جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للمناهج

علم الأرض
Geology

# علم الأرض

## للصف الخامس العلمي

### الفرع التطبيقي

المؤلفون

أ.د سعد سامي جاسم | أ.د سلام اسماعيل مرهون
أ.د وليد عبد المجيد احمد | د.شفاء مجيد جاسم
د.ثائر عبيد رومي | د.لؤي عدنان حسون
خلود مهدي سالم

المديرية العامة للمناهج
قسم التحضير الطباعي

الطبعة الرابعة
١٤٤٠ هـ / ٢٠١٩ م

# علم الأرض 5
# Geology

المشرف العلمي على الطبع : سوزان ياسين صالح
المشرف الفنـــي على الطبع : شيماء قاسم جاسم

مصمم الكتاب
شيماء قاسم جاسم

الموقع والصفحة الرسمية للمديرية العامة للمناهج
www.manahj.edu.iq
manahjb@yahoo.com
Info@manahj.edu.iq
manahjb
manahj

بسم الله الرحمن الرحيم

## المقدمة

تسعى وزارة التربية جاهدة الى مواكبة التطورات العلمية وفق اسس تربوية حديثة، تماشياً مع مايحدث في العالم اليوم، اذ لابد من توسيع نطاق تعليم الطلبة خارج الاطر التقليدية التي ارتكز عليها النظام التعليمي في العراق منذ عقود طويلة ليكون الطلبة مستعدين لمزيد من التعلم والعمل في مرحلة ما بعد الدراسة .

وبناءاً على ماتقدم أقرت وزارة التربية نظام تنويع التعليم في المرحلة الاعدادية بفرعيه (التطبيقي والاحيائي) الذي يهدف الى تحديد مسارات الدراسة ليتسنى للطلبة اختيار المنهج الذي يلائم طموحاتهم وقدراتهم واعدادهم للدراسة الجامعية من خلال وضع مناهج حديثة ومنها، استحداث منهج علم الأرض للصف الخامس العلمي/ الفرع التطبيقي والذي نحن بحاجة الى تدريسه ، لان الطالب بحاجة الى تعلم مفاهيم وتقنيات علم الأرض والبيئة تماماً مثل ماهو بحاجة الى تعلم مفاهيم علوم (الفيزياء، الكيمياء، الأحياء) وتقنياتها. فضلاً عن اهميتها في التطبيقات الهندسية والانشائية والاقتصادية خصوصاً وان بلدنا العراق من أكبر البلدان النفطية في العالم وهو غني بالعديد من الثروات الطبيعية .

بنيّ كتاب علم الأرض على عدة محاور رئيسة منها : محور الارصاد الجوية والغلاف الجوي ومحور العمليات الجيولوجية ومحور المواد المكونة للأرض ومحور البيئة والتلوث ومحور تاريخ الأرض وتطورها، قسمت تلك المحاور الى خمسة فصول هي : الفصل الاول (الغلاف الجوي) الفصل الثاني (الزلازل والبراكين) الفصل الثالث (التجوية والتربة) الفصل الرابع (البيئة والتلوث) الفصل الخامس ( المتحجرات والزمن الجيولوجي) تمت صياغتها بما يتلائم والمرحلة العمرية للطلبة في هذا الصف وتضمنت معلومات علمية اثرائية وحقائق علمية واسئلة تثير التفكير العلمي وتنمي قدراتهم الفكرية والعلمية.

نرجو من زملائنا المدرسين والمدرسات موافاتنا بملاحظاتهم وآرائهم القيمة من خلال تدريسهم للمنهج الجديد على الموقع الالكتروني للمديرية العامة للمناهج والتي تسهم في رفد عملية التعليم والتعلم في بلدنا العزيز.

والله ولي التوفيق

المؤلفون

# المحتويات

## الفصل الاول
## الغلاف الجوي



## الفصل الثاني
## الزلازل والبراكين

## الفصل الثالث
# التجوية والتربة



## الفصل الرابع
# البيئة والتلوث

## الفصل الخامس
# المتحجرات والزمن الجيولوجي

الفصل الأول

1

# الغلاف الجوي



اعصار التورنادو ينشأ من العواصف الرعدية الشديدة والذي بإمكانه أن يدمر البنايات ويقلع الاشجار وقد يحمل الناس والاثاث ويلقيهم بعيداً لعشرات الأمتار.

## مؤشرات الأداء

- يذكرالانظمة الثانوية للنظام الارضي .
- يوضح مكونات الغلاف الجوي القديم .

## المفردات والمفاهيم

- التروبوسفير
- الطقس
- المناخ
- الضغط الجوي
- الموازنة الحرارية
- الاحتباس الحراري
- الغازات الدفيئة
- الاحترار العالمي
- التغير المناخي
- الكتلة الهوائية
- منطقة مصدر
- الجبهة الهوائية
- العواصف الرعدية
- التورنادو

## 1-1 مقدمـــــــة

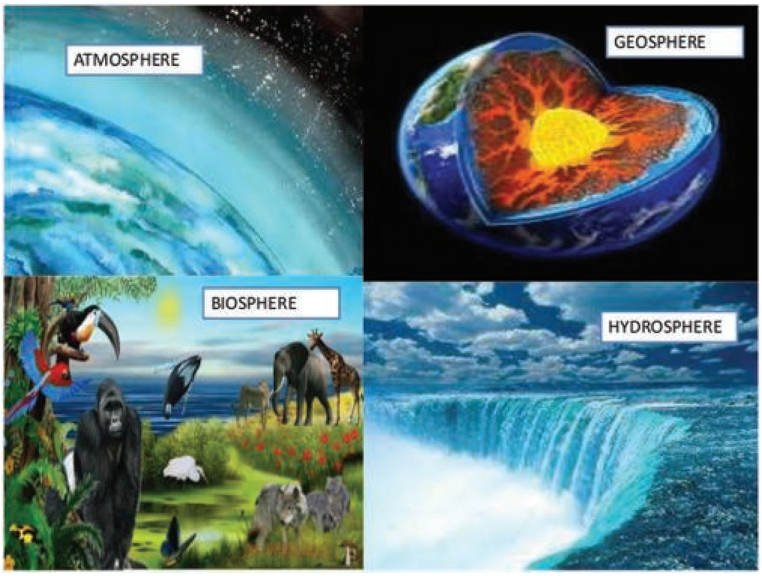
يعرف العلماء النظام الأرضي Earth System بأنه يتكون من مجموعة من الأنظمة الثانوية (الأغلفة) التي تتفاعل مع بعضها البعض لتشكل نظام معقد ودائم التغير ، وهذه الأنظمة الثانوية تشمل :

1 - الغلاف الصخري Geosphere ويمثل الصخور والاجزاء الصلبة من الأرض .

2 - الغلاف المائي Hydrosphere ويمثل جميع ماء الأرض .

3 - الغلاف الحيوي Biosphere ويمثل جميع الكائنات الحية .

4 - الغلاف الجوي Atmosphere ويمثل غلاف الغازات التي يحيط بالارض . لاحظ الشكل (1-1)




الشكل (1-1) الأنظمة الثانوية للنظام الأرضي (للاطلاع)

تفترض الدراسات أن الأرض وجدت منذ 4.5 مليار سنة بالتدريج بدأت الغازات المنطلقة من الارض تتجمع حولها . فقد أطلقت البراكين على الأرض الناشئة العديد من الغازات مثل الامونيا وثنائي أوكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون والهيدروجين والميثان والنيتروجين وثنائي أوكسيد الكبريت وبخـار المـاء وشكلت هذه الغازات الجزء الأكبـر من الغلاف الجوي القديم لسطح الأرض وتكاثف جزء كبير من بخار الماء المنبعث من البراكين ليشكل الأنهار والبحيرات والمحيطات. أما بقية الغازات المكونة للغلاف الجوي القديم فقد ذابت في المحيطات. ولكن معظم النيتروجين بقي في الغلاف الجوي، وأضيف إليه لاحقًا غاز الأركون والزينون بفعل تحلل بعض العناصر المشعة على سطح الأرض ويبدو أن الغلاف الجوي في الأزمنة القديمة لم يكن يحتوي على نسبة كبيرة من الأوكسجين، ولكن بعد ظهور الطحالب وغيرها من النباتات الخضراء في المحيطات قبل 3.5 مليار سنة تقريباً، بدأت كمية الأوكسجين بالازدياد نتيجة لعملية البناء الضوئي وقد يكون قد تشكل ايضاً عن التفكك الضوئي لجزيئات بخار الماء الناتج عن البراكين بوساطة الأشعة الشمسية.

## 2-1 الغـــلاف الجـــوي Atmosphere

قسم العلماء الغلاف الجوي الحالي الى طبقات مختلفة بحسب اختلاف درجات الحرارة مع الارتفاع عن سطح الارض .أوطأها هي طبقة التروبوسفير Troposphere وهي الطبـقة المناخيـة التي تحتـوي على ٪75 من مادة الغلاف الجوي والتي تحدث فيها جميع الظواهر الجوية تقريباً وتنخفض درجة الحرارة تدريجيا مع الارتفاع في هذه الطبقة، كما إن ارتفاع طبقة التروبوسفير يتغير تبعاً لخطوط العرض كما انها تحتوي على نسبة عالية من بخار الماء الذي يساهم في تكوين الغيوم والضباب لذلك تعد من اهم طبقات الغلاف الجوي بالنسبة لعلماء الارصاد الجوية وعلماء المناخ .

### مؤشرات الأداء

- يتعرف خصائص طبقة التروبوسفير.
- يتعرف الى عناصر الطقس .
- يوضح مفهوم الضغط الجوي .
- يقارن بين الطقس والمناخ .
- يوضح تأثير الضغط الجوي في الرياح .
- يتعرف الى اتجاه الرياح حول المرتفع والمنخفض الجوي في نصفي الكرة الارضية.

## 3-1 الطقـــس والمنـــاخ Weather and Climate

### الطقس Weather

يقصد به حالة الجو في زمن ومكان معينين، ويكون دائم التغير، فقد يكون حاراً او باردا، جافاً او رطباً هادئاً أو عاصفاً، صحواً أو غائماً. ومن عناصر الطقس درجة حرارة الهواء والضغط الجوي والرطوبة والغيوم والهطول ومدى الرؤية والرياح .

**الضغط الجوي**

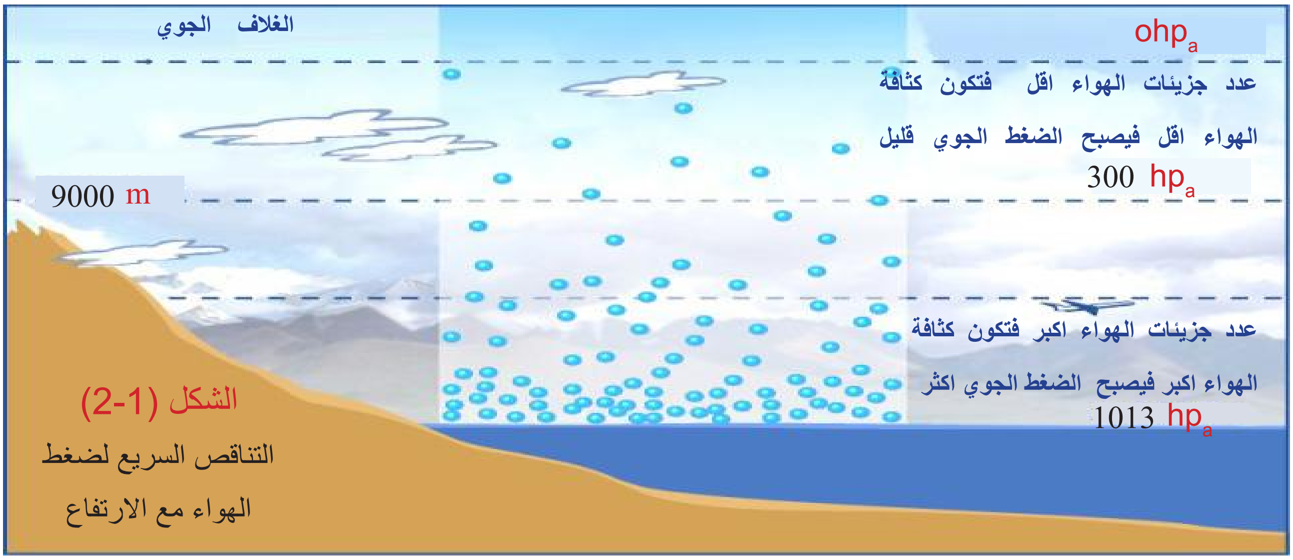
احد عناصر الطقس المهمة والمؤثرة في تغيرات الطقس والمناخ ويمثل وزن عمود الهواء المسلط على وحدة المساحة عند اي نقطة من الغلاف الجوي ويقاس بوحدة الهيكتوباسكال $hp_a$

### المناخ Climate

يقصد به حالة الجو لمنطقة معينة لمدة طويلة نسبياً تمتد لسنوات عديدة ويمثل معدل الطقس خلال هذه المدة. وقد يتغير طقس منطقة معينة تغيرًا كبيرًا بين يوم وآخر، لكن المناخ يظل ثابتًا تقريبًا من عام إلى آخر وسنتطرق الى بعض العناصر التي تتحكم في تغيرات الطقس والمناخ .

### الضغط الجوي Atmospheric pressure

يلعب الضغط الجوي دوراً مهما في حركة الغلاف الجوي وتغيرات الطقس و يتناقص ضغط الهـواء كلمـا ارتفعنـا عـن سطح الأرض بشكـل سريع بسبب تناقص كثافته اي ان جزيئات الـهواء تتباعد فيمـا بينهـا




الشكل (1-2)
التناقص السريع لضغط الهواء مع الارتفاع

## نشاط

تختلف الرياح بحسب فصول السنة،ابحث في مصادر علمية عن معلومات حول انواع الرياح التي تهب على بلدنا، واكتب تقريراً بذلك وناقشه مع زملائك.

## حقيقة علمية

لو لا دوران الأرض حول محورها (دورة واحدة كل 24 ساعة) من الغرب الى الشرق لاتجهت الرياح بشكل مباشر من القطبين الى خط الأستواء .

**فكر**

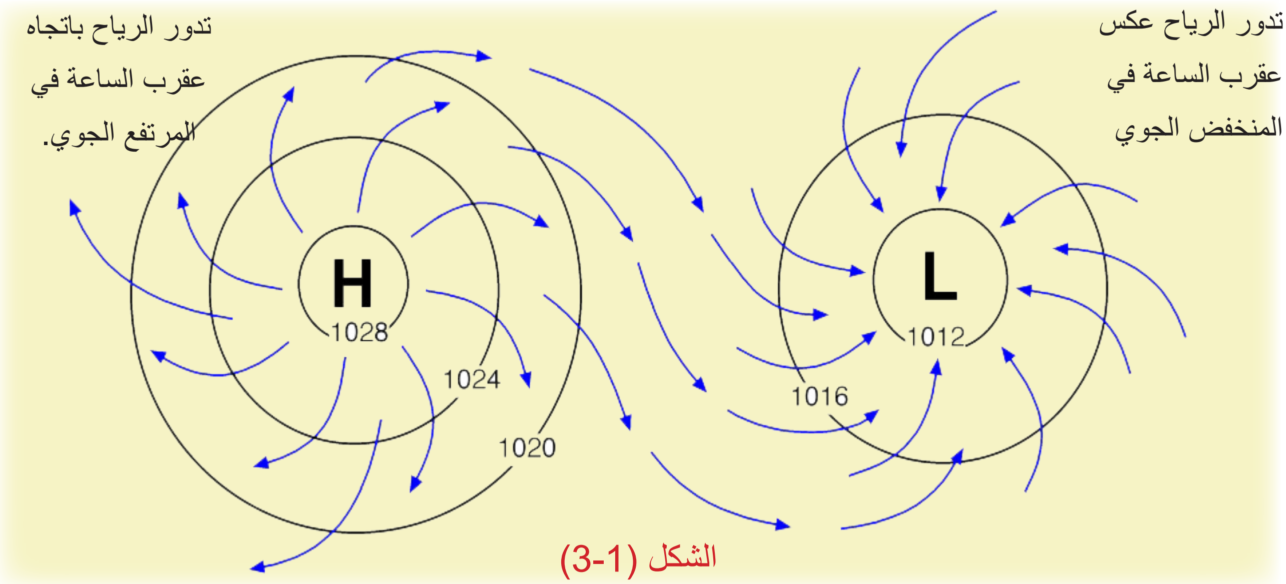
ما اتجاه الرياح في مناطق المرتفع الجوي في نصف الكرة الجنوبي؟

ومن ثَمَّ تقل كتلة الهواء في حجم معين لاحظ الشكل (1-2) فالضغط الجوي عند ارتفاع 15000 m ينخفض بمقدار عشر مرات من قيمته عند سطح الأرض وكما موضح في الجدول (1 -1) .

| الارتفاع (meter) | الضغط الجوي (hPa) |
|---|---|
| 30000 | 11 |
| 27000 | 18 |
| 24000 | 30 |
| 21000 | 45 |
| 18000 | 75 |
| 15000 | 100 |
| 12000 | 200 |
| 9000 | 300 |
| 6000 | 500 |
| 3000 | 700 |
| 1500 | 850 |
| 0 | 1013 |

الجدول (1-1) ازدياد ضغط الهواء مع نقصان الارتفاع (للاطلاع)

توجد علاقة بين الضغط الجوي ودرجة الحرارة، فالمناطق الساخنة فوق سطح الأرض (مثلاً قرب خط الأستواء) حيث تكون فيها جزيئات الهواء متباعدة فيما بينها تعد مناطق ذات ضغط منخفض ويرمز لها بالرمز(L) أما المناطق الباردة (مثلا القطبين) التي تكون فيها جزيئات الهواء متقاربة من بعضها البعض فتعد مناطق ذات ضغط جوي مرتفع ويرمز لها بالرمز (H) ونتيجة لاختلاف الضغط بين منطقتين يتحرك الهواء من مناطق الضغط العالي الى مناطق الضغط المنخفض فتنتج الرياح التي تدور على شكل منظومات ضغطية مشكلة مرتفعات ومنخفضات جوية لاحظ الشكل (1-3).

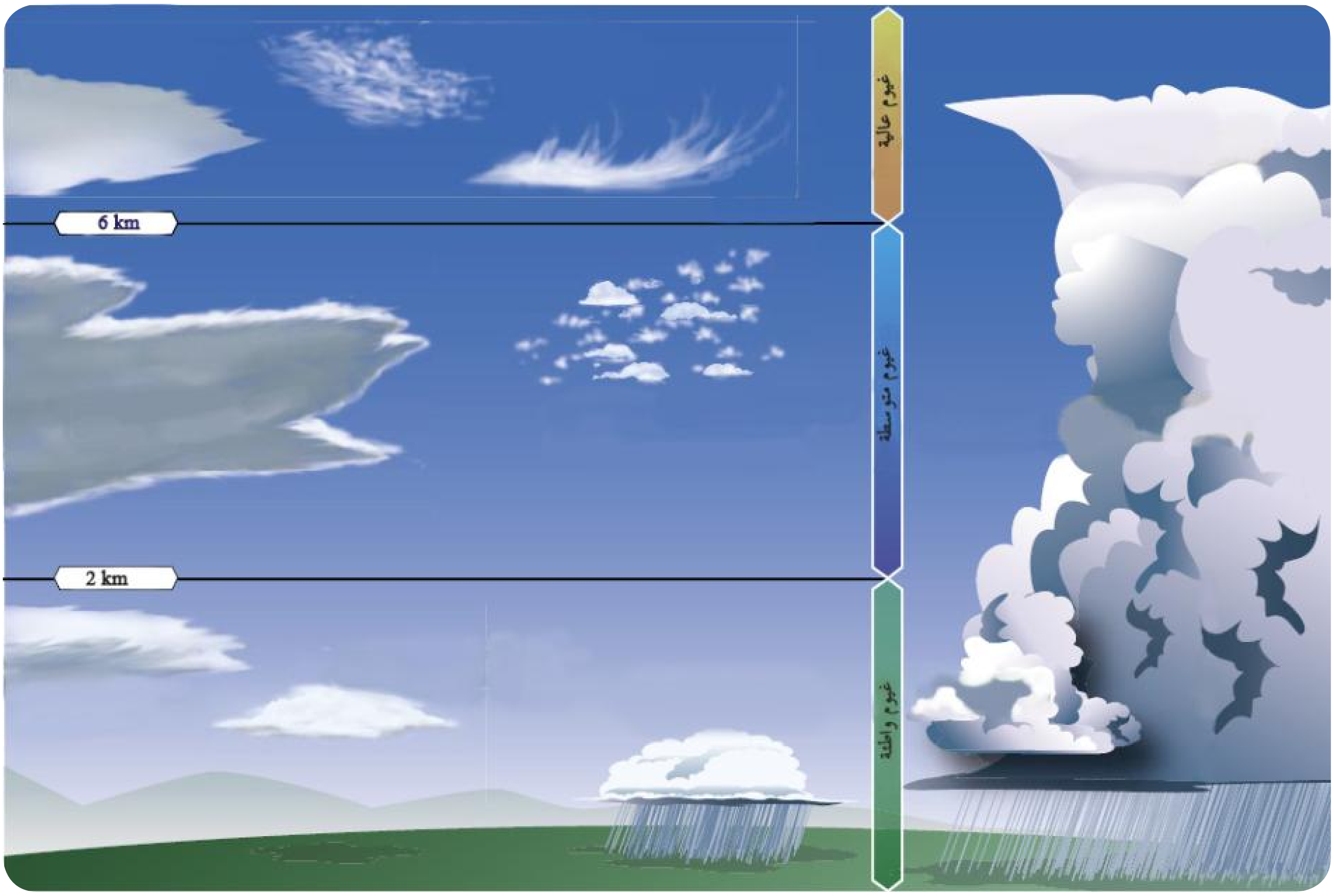



الشكل (1-3)

مراكز مرتفع جوي (H) ومنخفض جوي (L) مع اتجاهات الرياح في نصف الكرة الشمالي وكل دائرة تمثل منطقة تساوي الضغط الجوي ( ايزوبار) .

الغيوم : تتكون عندما يرتفع الهواء الى الاعلى ، ويبرد ويصبح مشبعاً ببخار الماء، فيتحول البخار الى قطيرات ماء أو بلورات جليدية. وتصنف الغيوم بحسب ارتفاع قواعدها من سطح الارض لاحظ الشكل(1-4) الى غيوم واطئة وغيوم متوسطة التي تسبب امطاراً خفيفة وغيوم عالية تتكون من بلورات ثلجية، وهناك الغيوم الرعدية التي تعطي زخات مطر كثيفة وتعد الغيوم من الادلة على الحركة المستمرة للغلاف الجوي.

**الغيوم**
كتلة مرئية من قطيرات ماء صغيرة أو بلورات جليد عند ارتفاعات مختلفة .




الشكل(1-4) انواع الغيوم

الرطوبة النسبية : كمية بخار الماء الموجودة في الهواء نسبة الى اقصى كمية لبخار الماء التي يستطيع الهواء حملها عند الدرجة الحرارية نفسها. وتكون الرطوبة النسبية 100 % عندما يحتوي الهواء الحد الاقصى من بخار الماء الذي يستطيع حمله .

الرياح : هواء متحرك بشكل افقي وتسمى بإسم الجهة التي تهب منها وتتحرك نتيجة لاختلاف الضغط بين منطقتين من مناطق الضغط العالي الى مناطق الضغط المنخفض .

الهطول : أي شكل من أشكال الماء، سواء أكان سائلاً او صلباً (مطر او ثلج)، الذي يتساقط من الغيوم ويصل سطح الارض.

## نشاط

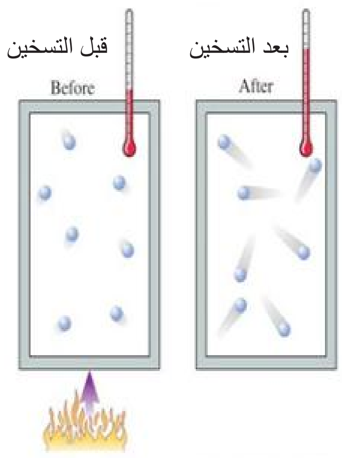
يمكنك اختيار الموقع
www.accuweath.com
للحصول على معلومات حول تغيرات كل من الضغط الجوي وكميات الغيوم كل 6 ساعات ولمدة ثلاثة أيام.
1 - سجل القراءات في جدول.
2 - فسر النتائج التي حصلت عليها .

## 4-1 تسخين الأرض والغلاف الجوي
## Warming the Earth and the Atmosphere

### مؤشرات الأداء

- يوضح ان درجة الحرارة هي مقياس للطاقة الحركية للجزيئات .
- يبين ان الطاقة الكامنة المخزونة في الغلاف الجوي هي مصدر مهم لطاقته.

عرَفنا درجة حرارة الهواء سابقاً بأنها درجة سخونته او برودته. لكن لنفكر الآن بأن الهواء الجوي يتكون من ملايين الجزيئات والذرات وهذه الجزيئات تكون في حركة دائمة وباتجاهات عشوائية وكل جزيئة تتحرك بسرعة مختلفة عن الأخرى وهي بذلك تمتلك طاقة حركية وتزداد هذه الطاقة بتسخين الهواء فيزداد معدل سرعة هذه الجزيئات لاحظ الشكل (1-5) ومن ثم يمكن تعريف درجة حرارة الهواء تعريفاً آخر بانها مقياس لمعدل طاقته الحركية. وعند تبريد الهواء أكثر فأكثر ستتباطأ حركة الجزيئات حتى الوصول الى درجة حرارة -273°C تمتلك عندها الجزيئات اقل مقدار طاقة وتكون مساوية لدرجة حرارة الصفر المطلق في المقياس المطلق (كلفن).

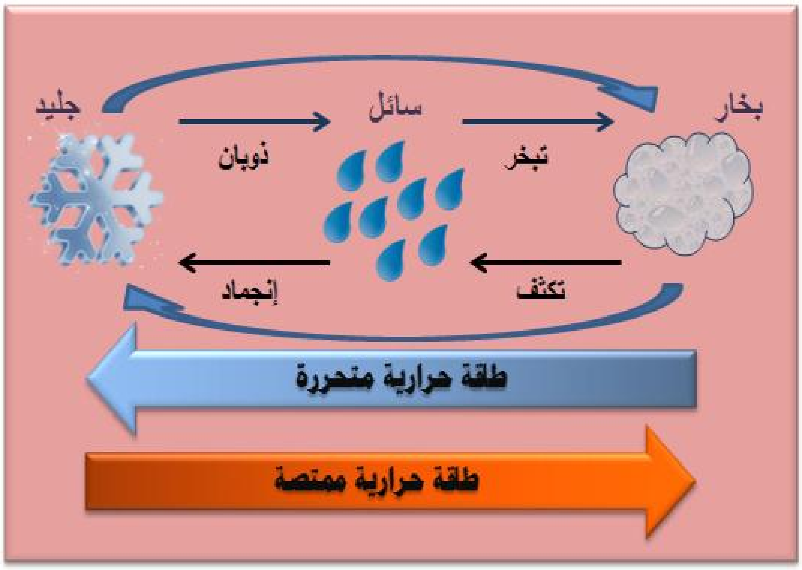



الشكل (1-5)
تزداد طاقة جزيئات المادة ومن ثم سرعتها بعد تسخينها

### الحرارة الكامنة

ان تحول بخار الماء الى سائل او صلب او بالعكس هو عملية تغير حالة والطاقة الحرارية اللازمة لتغير الحالة تسمى الحرارة الكامنة .
وعندما يتحول الماء الى بخار ماء عند الدرجة الحرارية نفسها يمتص طاقة حرارية تسمى بالطاقة الكامنة للتبخر، لذا فالتبخر هو عملية تبريد أما عند تكثيف بخار الماء الى ماء سائل عند الدرجة الحرارية نفسها فانه يحرر طاقة تسمى الحرارة الكامنة للتكثيف لاحظ الشكل (1-6) لذا فأن الطاقة الكامنة المخزونة في الغلاف الجوي هي مصدر مهم لطاقته (وخاصة في تكوين العواصف كالعواصف الرعدية) وبالتالي فان الغلاف الجوي سيحتوي على طاقة داخلية Internal energy مخزونة في جزيئاته .

**فكر**
لماذا
يعد التبخير عملية تبريد؟




الشكل (1-6) تغيرات الحالة بين الاشكال المختلفة للماء.

### هل تعلم

ان المقياس المطلق لدرجة الحرارة الذي يسمى احيانا مقياس كلفن، لا يحتوي على قيم سالبة والعلاقة بينه وبين المقياس السيليزي هي :

$$T(K)= T(^{o}C) +273$$

## طرائق انتقال الحرارة في الغلاف الجوي
## Atmospheric Heat Transfer paths

تنتقل الحرارة في الغلاف الجوي بثلاث طرائق هي:

### 1 - طريقة التوصيل Conduction

ان الحرارة المنقولة بهذه الطريقة تنساب من المناطق الأدفأ نحو المناطق الأبرد. إن الهواء رديء التوصيل للحرارة فالأرض الساخنة لا تستطيع تسخين الا طبقة رقيقة من عدة سنتمترات فقط من الهواء القريب منها بطريقة التوصيل.

### 2 - طريقة الحمل Convection

انتقال الحرارة بحركة كتل من المائع (كالهواء والماء)، ففي الغلاف الجوي وفي يوم مشمس تمتص مناطق معينة من سطح الأرض الحرارة من الشمس فيسخن الهواء القريب منها ويتمدد ويصبح اقل كثافة من الهواء الأبرد المحيط به ونتيجة ذلك يطفو الهواء المتمدد الدافىء الى الأعلى ويصعد وينقل الطاقة الحرارية باتجاه الأعلى. أما الهواء الأبرد الأثقل فأنه سينزل الى الاسفل بإتجاه السطح . ان طريقة الحمل فعالة جداً في تسخين الهواء القريب من سطح الأرض كما ان لها تأثيراً كبيراً في تكون الغيوم في الأعلى لاحظ الشكل (7-1).

### 3 - الإشعاع Radiation

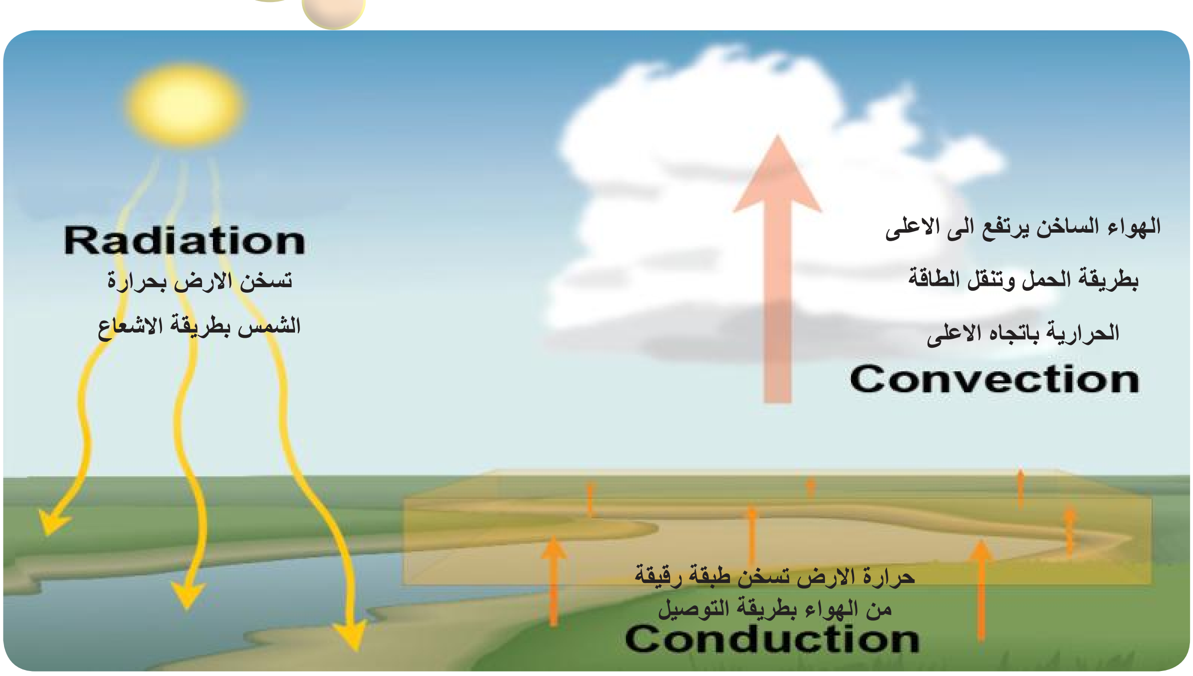
تبعث الشمس الاشعاع بطيف واسع من الأطوال الموجية ، يصل جزء منه الى الأرض ويمنع الغلاف الجوي الجزء الذي يمثل الأشعة ذات الطاقات العالية مثل أشعة كاما والأشعة السينية وبعض الأشعة فوق البنفسجية من الوصول الى الارض بينما تشع

### مؤشرات الأداء

- يقارن بين طرائق انتقال الحرارة في الغلاف الجوي وسطح الأرض.
- يوضح ان طريقة الحمل هي الأكثر فعالية في انتقال الحرارة.
- يوضح ان سطح الارض يشع طاقته من ضمن المدى تحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي.
- يعرف ان الغلاف الجوي يمنع بعض الاشعة ذات الطاقة العالية من الوصول الى الارض.

**فكر**

لماذا تعدّ طريقة الاشعاع اسرع طريقة لانتقال الحرارة مقارنة مع التوصيل والحمل ؟

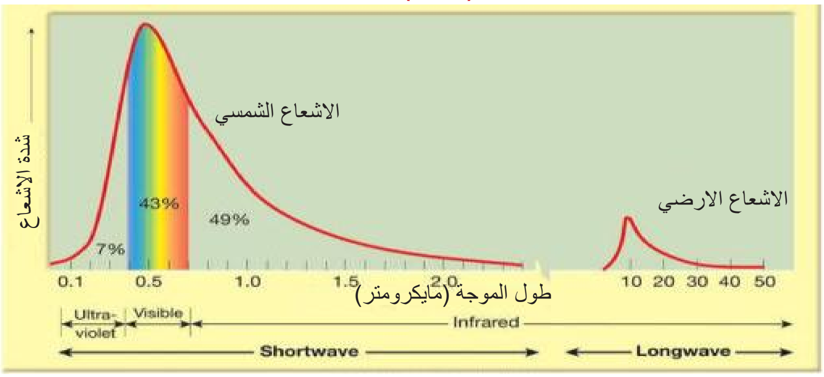



الشكل (7-1) طرائق انتقال الحرارة في الغلاف الجوي.

**حقيقة علمية**

ينتشر الاشعاع الشمسي بشكل موجات كهرومغناطيسية تنتقل في الفراغ بسرعة الضوء التي تبلغ نحو 300,000 km /s

الأرض الساخنة جزء من طاقتها من ضمن المدى تحت الحمراء من الطيف فقط (طاقة واطئة) لأن درجة حرارة سطحها أقل بكثير من درجة حرارة الشمس . لاحظ الشكل (1-8)



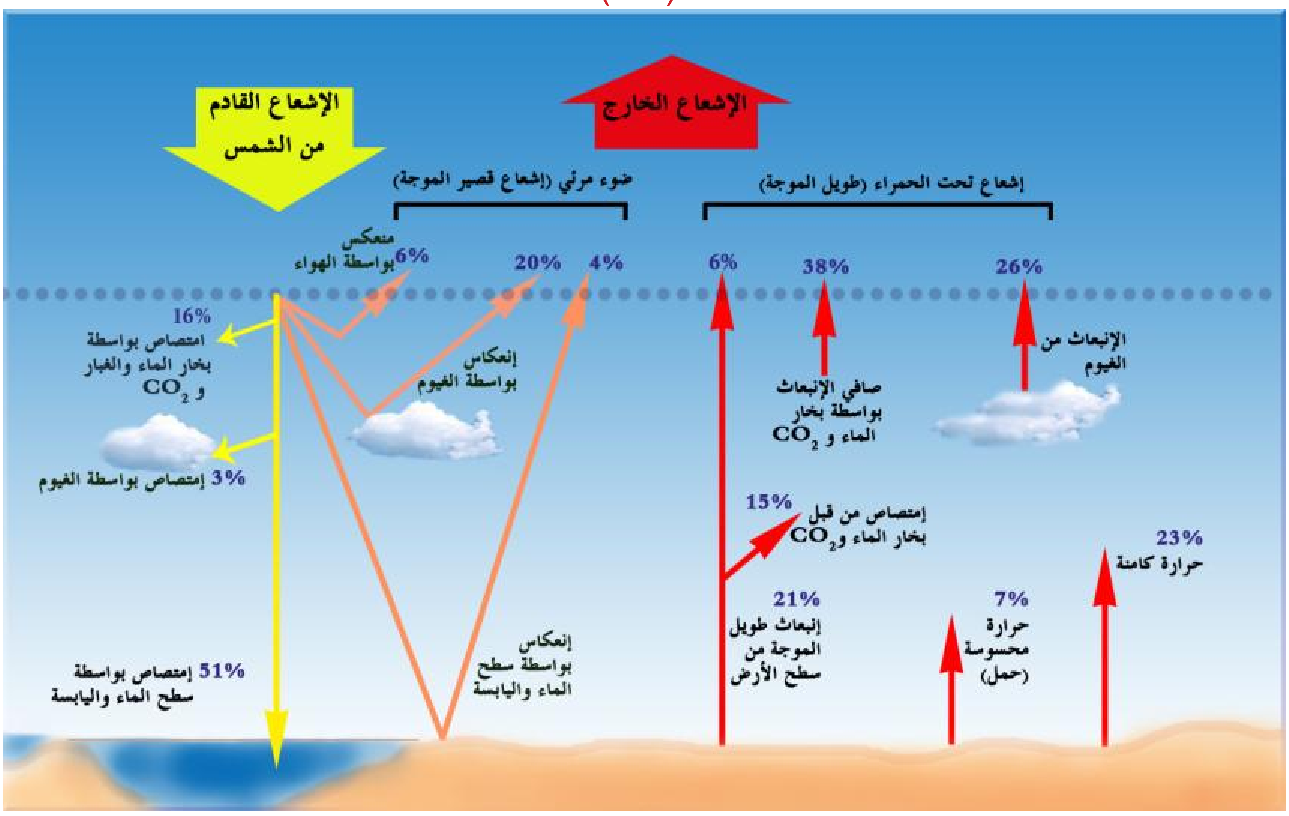

الشكل (1-8) الاشعاع الذي تشعه كل من الشمس والأرض

**الموازنة الحرارية**

هو التكافؤ بين الطاقة الشمسية الداخلة الى الأرض والطاقة الحرارية التي تشعها الأرض الى الفضاء

## 5-1 الموازنـــة الحرارية

ان الشمس تزود الأرض وغلافها الجوي بالاشعاع قصير الموجة الذي يكون اغلبه اشعاعاً مرئياً مع جزء قليل من الأشعة فوق البنفسجية وان هذه الطاقة التي تصل الى الغلاف الجوي والارض تتوزع بنسب متفاوتة لاحظ الشكل (1-9) .




الشكل (1-9) التوازن الاشعاعي

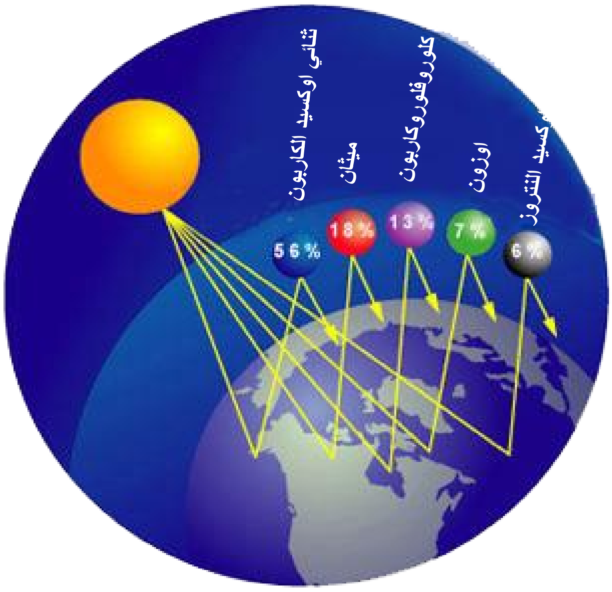
ويحصل الغلاف الجوي على معظم حرارته من الارض والبحار فنحو 51 % من الإشعاع الذي يخترق الغلاف الجوي يصل إلى سطح الأرض ويدفئ الأرض والبحار، ومن ثم تشع الأرض الكمية نفسها من الطاقة الى الفضاء ثانية وهذا ما يسمى بـ ( الموازنة الحرارية ).ولأن الارض ابرد كثيراً من الشمس فانها تشع موجات طويلة ضمن المدى تحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي.

## الاحتباس الحراري Atmospheric Green House Effect

ان عملية امتصاص الإشعاع الأرضي (إشعاع تحت الحمراء) تتم بوساطة جزيئات الغازات الدفيئة greenhouse gases وهي بخار الماء وثنائي أوكسيد الكاربون والميثان وأوكسيد النتروز والاوزون والكلوروفلوروكاربون تلعب هذه الغازات دوراً حيوياً ورئيساً في تدفئة سطح الارض للمستوى الذي تجعل الحياة ممكنة عليه. وتقوم هذه الغازات بامتصاص جزء من الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من سطح الأرض و تحتفظ بها في الغلاف الجوي الشكل (1-10). لتحافظ على درجة حرارة سطح الأرض ثابتة و بمعدلها الطبيعي ( أي بحدود 15˚C ). ولولا هذه الغازات لوصلت درجة حرارة سطح الأرض إلى 18˚C - وبالتالي تصبح الحياة غير ممكنة على الارض .

**معلومة علمية**

ان غاز النتروجين الذي تبلغ نسبته 78 % وغاز الأوكسجين الذي نسبته 21 % ليس لهما تأثير في الاحتباس الحراري. فكلاهما لا يمتص الاشعة تحت الحمراء المشع من سطح الأرض.

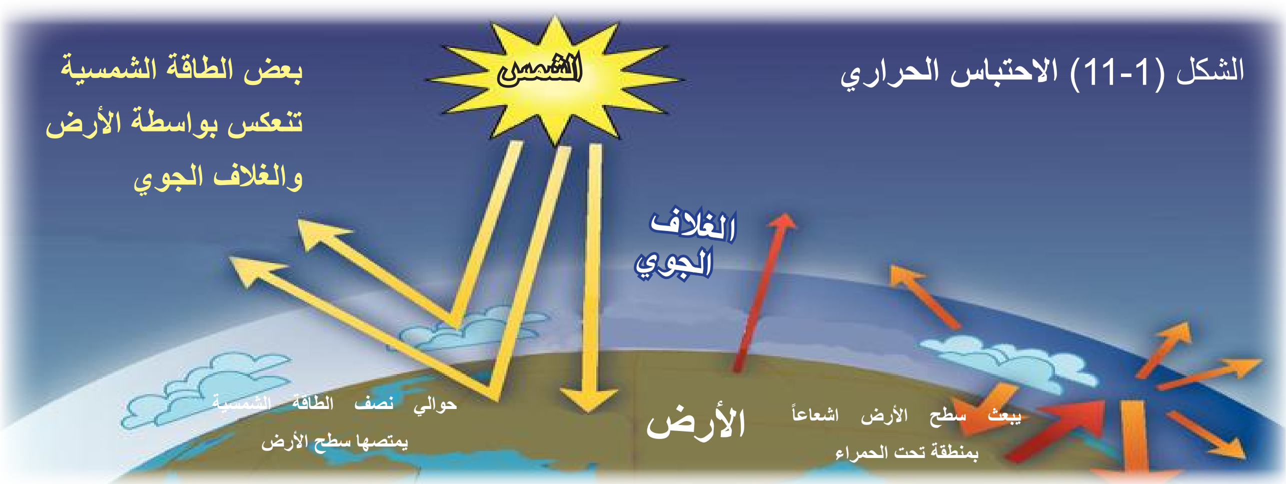



الشكل (1-10) مساهمة الغازات الدفيئة في امتصاص الأشعاع الأرضي

**الغازات الدفيئة**

غازات توجد في الغلاف الجوي تتميز بقدرتها على امتصاص الأشعة التي تبعثها الارض والاحتفاظ بها في الغلاف الجوي مما يساعد على بقاء درجة حرارة سطح الارض ثابتة.

تسمى هذه الظاهرة بالاحتباس الحراري وهو مصطلح يصف الدور الذي يلعبه الغلاف الجوي للارض في عزل وتسخين سطح الأرض . من دون هذه الظاهرة ستكون الأرض عبارة عن كوكب منجمد بدرجة حرارة سطحية بحدود $18^0C$ - لاحظ الشكل (1-11).ان ظاهرة الإحتباس الحراري تعد ضرورية للحفاظ على درجات حرارة ملائمة للعيش ولكن زيادتها أكثر من الحد المقبول بفعل زيادة الغازات الدفيئة يؤدي الى زيادة في درجات الحرارة والتي ستكون لها نتائج سلبية وهو ما ينبغي الانتباه اليه واقتراح الحلول لمعالجته.




الشكل (1-11) الاحتباس الحراري

## مؤشرات الأداء

- يوضح مفهوم الاحترار العالمي.
- يذكر معدل زيادة درجة حرارة سطح الأرض.
- يوضح بعض الاجراءات للحد من ظاهرة الاحترار العالمي.

## 6-1 الاحترار العالمي Global Warming

أكدت الدراسات العالمية بأن معدل درجة حرارة هواء سطح الأرض للمئة سنة الماضية قد عانت من زيادة (احترار) بمقدار 0.6°C على المعدلات الاعتيادية. ان هذا الاحترار معرض لزيادة أكثر من خلال الانبعاث المتزايد للغازات الدفيئة وبالتالي يزداد امتصاص الاشعاع الارضي المنبعث من سطح الارض وكنتيجة لهذا سيكون هناك تغير مناخي لجو الأرض وزيادة ملحوظة بالعواصف الممطرة في أماكن معينة وحدوث جفاف في أماكن أخرى ويعتقد العلماء أن السبب الرئيس لهذا **الاحترار العالمي** نتيجة عوامل بشرية كزيادة النشاطات الصناعية أوطبيعية مثل البراكين التي تؤدي الى زيادة الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي .

### بعض النتائج المحتملة للاحترار العالمي

- زيادة درجات الحرارة العظمى وزيادة عدد الأيام الحارة .
- زيادة درجات الحرارة الصغرى وتقليل عدد الأيام الباردة .
- زيادة تكرار حالات الهطول الشديد .
- زيادة في نشاط الاعاصير المدارية الشديدة النشاط .
- حدوث كوارث زراعية وفقدان بعض المحاصيل .
- زيادة حرائق الغابات .
- ازدياد الفيضانات وغرق الجزر المنخفضة والمدن الساحلية .
- حدوث موجات جفاف وتصحر مساحات كبيرة من الأرض .
- زيادة عدد وشدة العواصف والأعاصير .
- انتشار الأمراض المعدية في العالم .
- انقراض العديد من الكائنات الحية وهجرة الطيور .

### نشاط

تعاون مع زملائك لعمل نشرة جدارية تتضمن الحد من الاحترار العالمي مدعماً بالصور

**الاحترار العالمي**

زيادة معدل درجة الحرارة السطحية للأرض ، نتيجة لزيادة الاحتباس الحراري الذي يسببه ازدياد الانبعاثات للغازات الدفيئة داخل الغلاف الجوي.




الشكل (1-12) بعض نتائج الاحترار العالمي

ومن النتائج اعلاه قد يترتب ما يلي :

1. ارتفاع مستوى سطح البحر. وينتج من تمدد الماء بزيادة درجات الحرارة وكذلك انصهار كميات كبيرة من الجليد عند القطبين، مما يؤدي الى احتمال تعرض المدن الساحلية والجزر واطئة الارتفاع الى خطر الفيضانات وتعرض الشواطيء الى التعرية بالمياه واختلاط المياه المالحة بمياه الأنهار والمياه الجوفية.

2. ذوبان الجليد في القطب الشمالي. قد يؤدي ذوبان الجليد بسبب ارتفاع درجات الحرارة الى ظهور السطح الذي تحته وهذا بالتالي سيجعل امتصاص الأشعة أكثر من ذي قبل.

3. زيادة حامضية مياه المحيطات. حيث ان ذوبان كميات أكثر من غاز $CO_2$ القادمة من الغلاف الجوي في مياه البحر سيؤدي الى تكون حامض الكربونيك $H_2CO_3$ .



ذوبان الجليد

### هل تعلم

إن التصحر وارتفاع منسوب البحار يؤدي تدريجياً إلى تدمير أسباب المعيشة ويجبر المجتمعات على التخلي عن أوطانها التقليدية لتذهب إلى بيئات أكثر ملائمة. ويحدث هذا حالياً في مناطق الساحل الإفريقي وحزام مناطق المناخ شبه الجاف الذي يمتد حول القارة أسفل صحرائها الشمالية تماماً.

## كيفية الحد من ظاهرة الاحترار العالمي

يمكن تقليل تأثير الاحترار العالمي من خلال :

- رفع الوعي البيئي لدى الرأي العام، وتشجيع الجماهير على المشاركة في حماية البيئة .
- إيجاد استراتيجيّات تُلزم المصانع والمركّبات وجميع المسببات التي تؤدّي لانبعاث الغازات الدفيئة لأيجاد طرائق لتخفيف اضرارها.
- الاعتماد على بدائل الطاقة المتجدّدة ، مثل الطاقة الشمسيّة ، وطاقة الرياح ، وطاقة المياه.لاحظ الشكل (1-13)
- دعم البحث العلميّ المتعلق بإيجاد طرائق مثلى للتقليل من التلوّث، والحد من مخاطر الاحترار العالميّ .
- زيادة الغطاء النباتي، وتقليل قطع الأشجار، والحد من استعمال الحطب كوقود .
- إنشاء مكبات صحيّة، يتم فيها التخلص من القمامة بطريقة تقلل انبعاث غاز الميثان منها .



الشكل (1-13) استثمار الطاقة المتجددة وزيادة الغطاء النباتي تحد من ظاهرة الاحترار العالمي

## التغيرات المناخية Climate Changes

العالم غني بالتنوعات المناخية من الغابات الاستوائية الكثيفة الى الأراضي المنجمدة والصحارى الحارة والكثير من المناطق المناخية.


أراضٍ منجمدة


صحارى


غابات كثيفة

يوصف المناخ بقيم معدل (كأن تكون معدلات سنوية لدرجة الحرارة)، او تغاير (كأن تكون درجات الحرارة العظمى او الصغرى الموسمية) او تكرار لحالات جوية شديدة كالاعاصير والعواصف. ان المقياس الزمني الذي تحسب عنده احصاءات المناخ هو نموذجياً ثلاثين سنة على سبيل المثال ( 1985-2015 ). ان العوامل التي تنتج المناخ وتؤثر فيه في أي مكان تسمى المتحكمات المناخية وهي :

1. شدة الأشعاع الشمسي وتغيره مع خط العرض.
2. توزيع اليابسة والماء.
3. التيارات المحيطية.
4. الرياح السائدة.
5. توزيعات المرتفعات والمنخفضات الجوية.
6. السلاسل الجبلية.
7. الأرتفاع عن سطح الأرض.

### معلومة علمية

ان زيادة متوسط ارتفاع درجة حرارة سطح الارض لايعني بالضرورة ان كل منطقة على الارض ستصبح اكثر حراً لأن التنوعات المناخية الاقليمية تنتج آثاراً مختلفة في المناطق المختلفة من العالم.

### هل تعلم

إن نسبة المحاصيل الزراعية في العالم انخفضت بسبب التغيرات المناخية، خاصة محاصيل القمح، مما أثار مخاوف بشأن الأمن الغذائي نتيجة النمو السكاني المتزايد في مختلف أنحاء العالم.

فالتغير المناخي **Climate Change** يصف التغيرات العالمية في درجات حرارة سطح الارض، والرياح والهطول طول المواسم وتكرار الظواهر الجوية المتطرفة مثل حالات الجفاف وازالة الغابات والفيضانات والأعاصير، ويمكن ان يحدث عند مقياس عالمي او اقليمي او على نطاق محلي .





الجفاف



الأعاصير

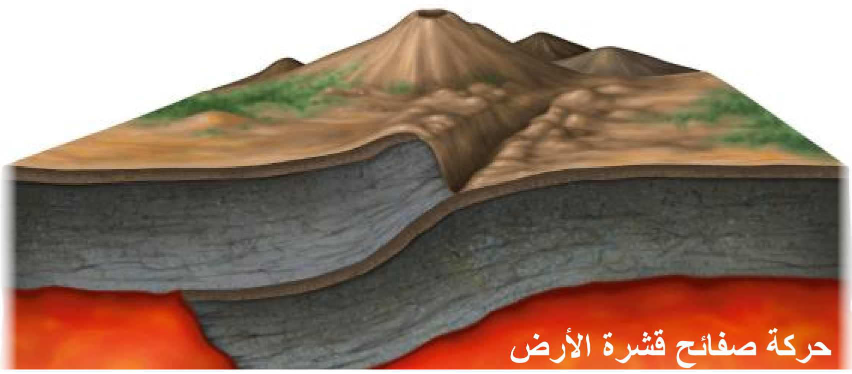
هناك عدة اسباب للتغير المناخي طبيعية وغير طبيعية :

**أولاً : الاسباب الطبيعية ومنها:**

- التغيرات التي تحدث لمدار الأرض حول الشمس و ما ينتج عنها من تغير في كمية الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى الأرض، و هذا عامل مهم جداً في التغيرات المناخية و يحدث عبر التاريخ.
- الإنفجارات البركانية.
- الحركة التكتونية لصفائح قشرة الأرض.

**معلومة علمية**

تتعرض المسافة بين الأرض والشمس ($5x10^6km$) من وقت لاخر (بحسب دوران الأرض حول الشمس) لزيادة او نقصان تؤدي الى حدوث تغيرات مناخية في الارض كارتفاع درجة الحرارة عن معدلاتها في المناطق المواجهة للشمس.



حركة صفائح قشرة الأرض

### هل تعلم

تتــوقع الدراســـات ان يـزداد ارتفـــاع ميـــاه المحيطــــات بمقدار 50 cm بحلول نهاية القرن الواحد والعشرين.



الانفجارات البركانية

**فكر**

ما سبب ارتفاع مستوى سطح مياه البحار؟

### ثانيا : الاسباب غير الطبيعية

ناتجة من النشاطات الإنسانية المختلفة مثل إزالة الغابات والاساليب الخاطئة للزراعة واستعمــال الإنسان للوقــود الأحفوري (نفط ، فحم ، غازطبيعي) ، كل هذه العوامل تؤثر في المناخ وتغيره .

### معلومة علمية

لعل تغير المناخ هو سبب انقراض الديناصور قبل 65 مليون عام، إذ يعتقد ان الارض اصبحت باردة جداً وربما الديناصورات لم تستطع تحمل شدة البرد.



ازالة الغابات

## 7-1 الكتل الهوائية Air masses

### مؤشرات الأداء

- يوضح مفهوم الكتل الهوائية.
- يصف مصدر الكتل الهوائية.
- يصنف الكتل الهوائية.
- يتعرف مفهوم الجبهة الهوائية.
- يذكر أنواع الجبهات الهوائية.
- يعلل تغير الطقس بعد مرور الجبهات الهوائية.

على الرغم من ان الشمس هي المصدر الرئيس للاشعاع الا ان تسخين او تبريد الهواء القريب من سطح الارض يتم عن طريق عمليات الحمل والاشعاع والتوصيل التي تحصل على سطح الارض كما اوضحنا سابقاً. لذا فأن الهواء يكتسب خصائص سطح الارض التي تحته من حرارة ورطوبة وغيرها أن أي حجم كبير من الهواء تتساوى خواصه من ناحية درجات الحرارة والرطوبة افقيا ورأسيا يسمى **كتلة هوائية** ، وهذه الكتلة قد تمتد على مساحة الاف الكيلومترات المربعة وتغير طقس المنطقة التي تدخلها.

### مناطق مصدر الكتل الهوائية

ان المنطقة التي تنشأ فيها الكتل الهوائية تسمى **منطقة مصدر**، ولكي تكون خصائص الكتلة الهوائية منتظمة فأن منطقة المصدر ينبغي ان تكون مسطحة عموما وذات طبيعة ارضية منتظمة (كأن تكون كلها يابسة أو كلها مسطحات مائية) وأن تكون سرعة الرياح خفيفة. لاحظ الشكل (1-14) .

**منطقة مصدر**

هي المنطقة الواسعة التي تكسب الكتلة الهوائية خواص سطحها الملاصق لها ويفترض ان تكون مسطحة وذات طبيعة منتظمة .



الشكل (1-14) منطقة مصدر

## تصنيف الكتل الهوائية Classification of Air Masses

تصنف الكتل الهوائية الى اربعة أنواع وبحسب منطقة المصدر:

أ. الكتل الهوائية القطبية Polar air masses (يرمز لها P) وتكون شديدة البرودة مثل الكتل التي تنشأ فوق سيبيريا وكندا.

ب. الكتل الهوائية المدارية Tropical air masses (يرمز لها T) وتكون دافئة مثل الكتل التي تنشأ فوق الصحراء الكبرى في افريقيا.

ج. الكتل الهوائية القارية Continental air masses (يرمزلها C) وتنشأ على اليابسة وتكون عموما جافة.

د. الكتل الهوائية البحرية maritime air masses (يرمز لها m) وتكون رطبة.

وعليه يمكن ان تكون الكتل الهوائية قطبية P تنشأ فوق اليابسة (قارية) فتسمى كتلة هوائية قطبية قارية ويمكن ان تكون قطبية بحرية. تكتب هذه الرموز على خرائط الطقس احياناً للأشارة الى الكتل الهوائية المؤثرة لاحظ الشكل (1-15) أ .

اذا صادف ان الكتلة الهوائية ابرد من السطح الذي تحتها فأنها سوف تسخن من الاسفل، وهذا يجعل الهواء غير مستقر عند المستويات الواطئة منها. عدم الاستقرار ينتج غيوم التي تعطي أحيانا مطر او ثلج كترسبات. اما اذا كانت كتلة الهواء أسخن من السطح تحتها، فأن الطبقات الأوطأ من الكتلة تبرد بتماسها مع السطح البارد. ولكون الهواء الدافيء يكون فوق السطح الأبرد منه فهذا يؤدي الى حالة هواء مستقر تؤدي الى تراكم الغبار والدخان والملوثات قرب السطح .

### هل تعلم

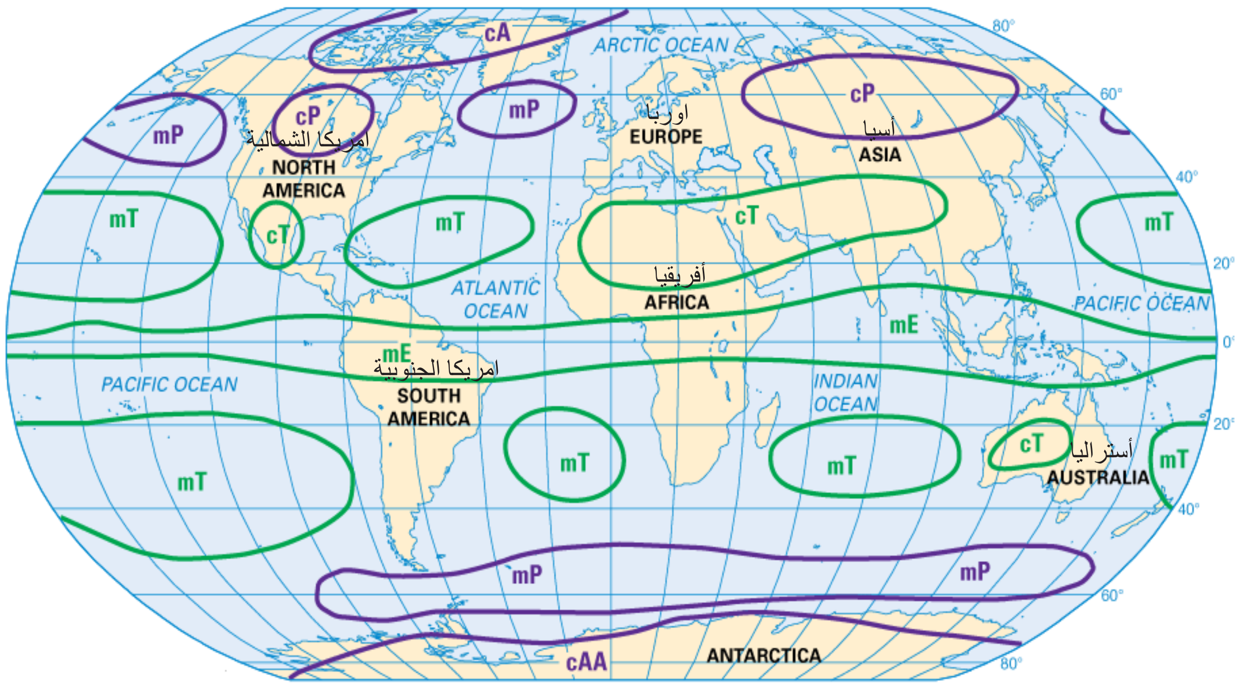
تنشأ الكتلة الهوائية في مناطق منها المحيطات والصحارى الواسعة والسهول الواسعة والمسطحات الجليدية الواسعة كالقطب الشمالي.

### نشاط

لاحظ خارطة الكتل الهوائية المؤثرة في العالم في الشكل (1-15) أ.وحدد الكتل الهوائية المؤثرة في العراق.

### معلومة علمية

يرمز للكتل الهوائية بحرفين الاول صغير يدل على طبيعتها (قارية جافة C او بحرية رطبة m) والثاني كبير يدل على مصدرها وحرارتها (جليدية A، قطبية P مدارية T، استوائية E) .




الشكل (1 -15) أ الكتل الهوائية المؤثرة في العالم (للاطلاع)

## الكتل الهوائية المؤثرة في العراق

تؤثر في العراق ومنطقة الشرق الأوسط عموما كتلة هوائية مدارية قارية cT في اغلب أيام السنة مع تحرك بعض الكتل الهوائية الأخرى باتجاه المنطقة في احيان معينة مثل الكتلة الهوائية الباردة الجافة القادمة من منطقة سيبريا (في وسط روسيا) التــي تعــدّ كتلـــة قاريــة قطبيــة cp لاحظ الشكل (1-15) ب .

وهناك كتلة هوائية مهمة تؤثر في العراق في الصيف ابتداءاً من شهر آيار وهي كتلة استوائية بحرية تنشأ عند منطقة جنوب شرق آسيا تسبب هذه الكتلة تساقط هطول مطري كثيف فوق جنوب شرق آسيا، لكنها تعطي جواً رطباً حاراً دون هطول غالباً في منطقة الشرق الأوسط. تسبب هذه الكتلة هبوب رياح الشرجي التي يعاني منها سكان المناطق الجنوبية من العراق وخصوصاً محافظة البصرة.

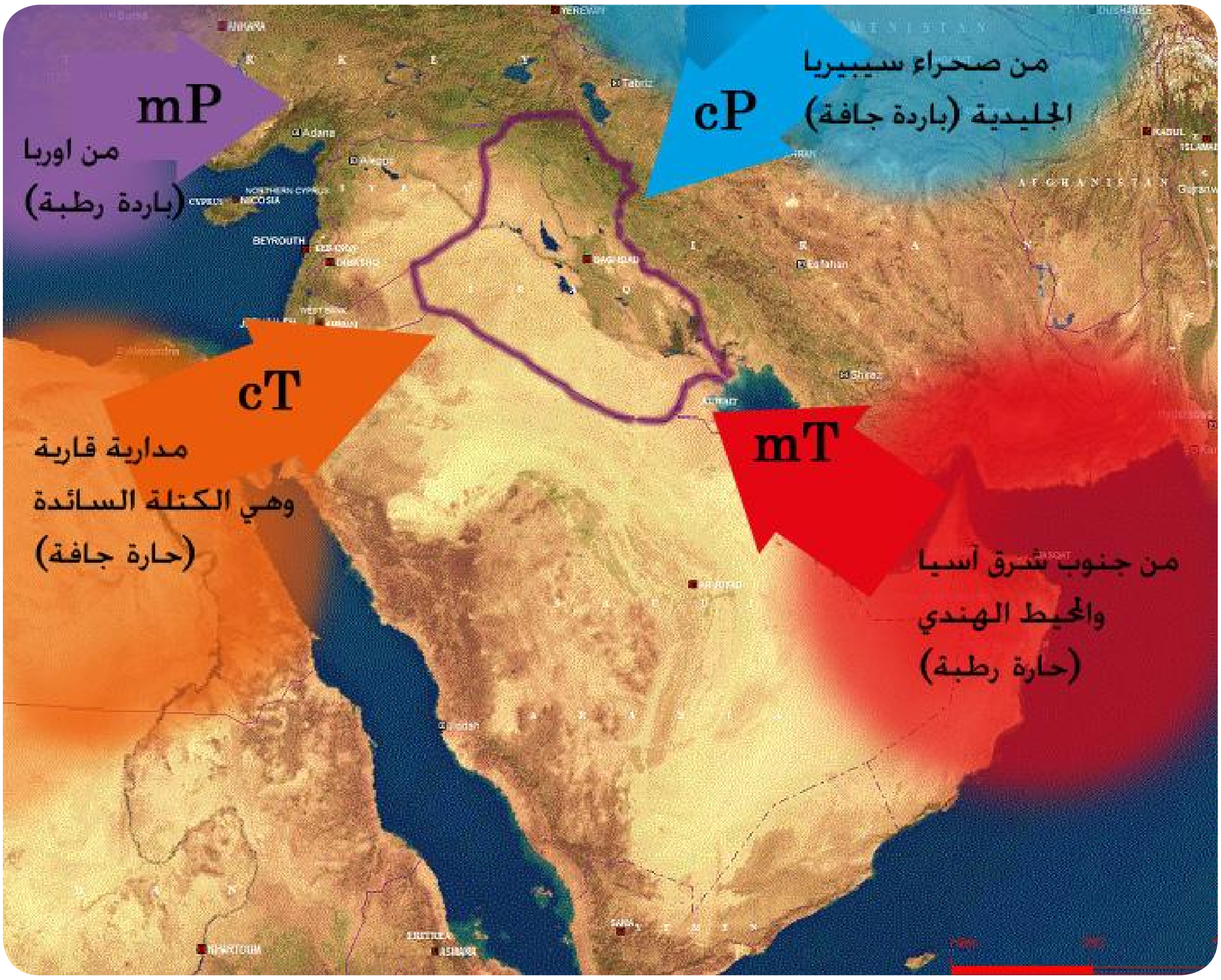
لذا يتميز المناخ في العراق بتنوعه إذ يكون بارداً ممطراً شتاءاً حاراً جافاً صيفاً.

**حقيقة علمية**

يتعرض العراق الى تاثير كتل هوائية مدارية قادمة من الخليج العربي والمحيط الهندي وكتل مدارية قارية قادمة من شبه الجزيرة والصحراء الكبرى مسببة موجات الحر صيفاً.

**نشاط**

ابحث في مصادر علمية عن الكتل الهوائية وتصنيفها ولخص ذلك في تقرير ذاكراً بعض الامثلة .




الشكل (1-15) ب الكتل الهوائية المؤثرة في العراق (للاطلاع)

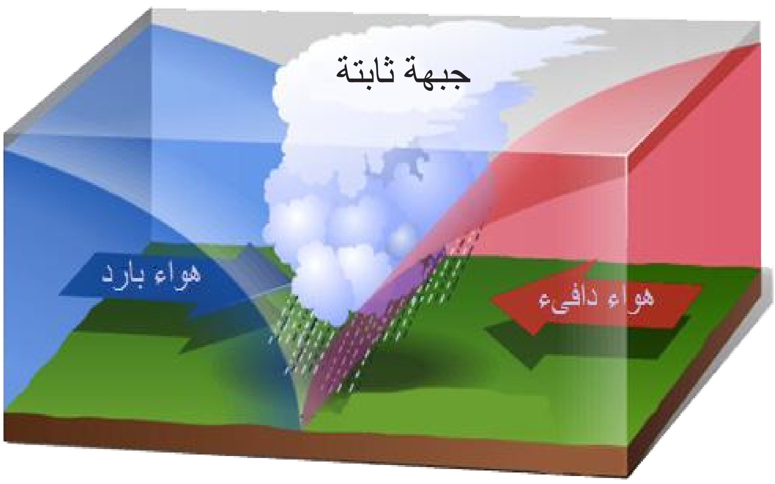
## الجبهة الهوائية Air Front

الجبهة هي المنطقة التي تفصل بين كتلتان هوائيتان ذات كثافتان مختلفتان. ولأن اختلافات الكثافة تنتج غالباً بواسطة اختلافات درجات الحرارة، لذا فأن الجبهات غالباً تفصل الكتل الهوائية ذات درجات الحرارة المتفاوتة عندما تلتقي كتلتين هوائيتين مختلفتين بدرجة حرارتهما تتكون منطقة فاصلة بينهما لايختلط بها الهواء تسمى **الجبهة الهوائية** وهي تشير الى وجود اضطرابات جوية وتغيرات بارزة في الطقس،وصنفت الجبهات الهوائية وفقاً لخصائص الكتل الهوائية المسببة لها .

## أنواع الجبهات الهوائية :

### 1. الجبهة الثابتة (المستقرة) Stationary Front

**الجبهة الثابتة** في مكانها تقريبا وتتكون عندما تلتقي كتلة هوائية دافئة مع اخرى باردة يتحركان باتجاهين متعاكسين على جانبي الجبهة فتتشكل الغيوم وتهطل الامطار ويكون الهطول غزيراً بسبب بطء حركة الجبهة. لاحظ الشكل (1-16)




الشكل (1-16) الجبهة الثابتة

### 2. الجبهة الباردة Cold Front

عندما تتقدم كتلة هوائية باردة وتندفع اسفل كتلة هوائية دافئة سوف ترتفع الكتلة الدافئة الى الاعلى ويسمى الحد الفاصل بين الكتلتين **بالجبهة الباردة.** لاحظ الشكل (1-17). هذا الهواء الدافيء الذي سيصعد باتجاه الأعلى اذا توفرت له رطوبة كافية سيؤدي الى تكوّن

**حقيقة علمية**

يحصل تبادل هائل للطاقة الحرارية بين الكتلة الباردة والدافئة مما يؤدي الى هبوط سريع في الضغط الجوي يسبب حركة نشطة للرياح في منطقة الجبهة.

**الجبهة الهوائية**

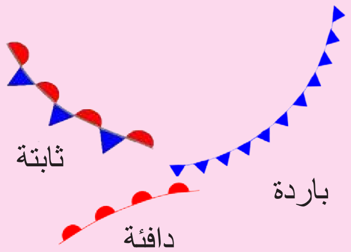
هي المنطقة التي تفصل بين كتلتان هوائيتان ذات كثافتين مختلفتين.

**الجبهة الثابتة**

هي منطقة التقاء كتلة هوائية دافئة مع اخرى باردة تتحركان باتجاهين متعاكسين .

**معلومة علمية**

تمثل الجبهات الهوائية على خريطة الطقس كالاتي:




**الجبهة الباردة**

تمثل منطقة حيث الهواء البارد يستبدل الهواء الدافيء في اثناء حركة الكتلة الهوائية الباردة.

غيوم بتكاثف بخار الماء في الطبقات العليا الباردة. تؤدي الى هطول امطار غزيرة لمدة قصيرة وتصفو السماء وتقلُّ درجة الحرارة بعد مرور هذه الجبهة.




الشكل (1-17) الجبهة الباردة

## نشاط

**علاقة كثافة الهواء بدرجة الحرارة**

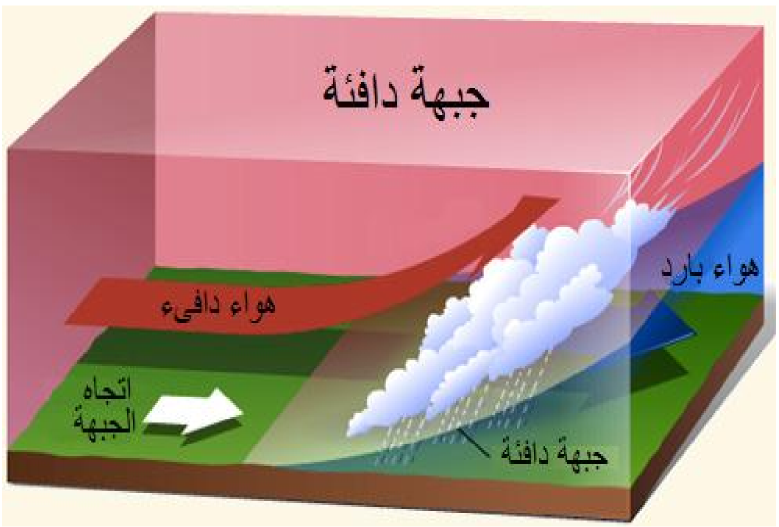
1. احضر بالونين بنفس الحجم مملوءين بغاز الهليوم.
2. ضع أحدهما في حجرة التجميد في الثلاجة مدة 15 دقيقة وضع الاخر في الغرفة.
3. خذ البالونين بسرعة واطلقهما في الهواء. ماذا تلاحظ ؟

**النتائج**

1. لماذا يختلف البالونان بسرعة الصعود.
2. ما علاقة كثافة الهواء البارد والحار بسرعة صعودهما.

### 3. الجبهة الدافئة Warm Front

تتكون عندما تندفع كتلة هوائية دافئة الى منطقة اكثر برودة فأنها تتسلق فوق الكتلة الباردة فتبرد وتتكاثف وتسقط امطار منتظمة تدوم مدة طويلة وتصفو السماء وترتفع الحرارة بعد مرور هذه الجبهة. لاحظ الشكل (1-18).




الشكل (1-18) الجبهة الدافئة

**الجبهة الدافئة**

المنطقة الفاصلة بين كتلة من هواء دافئ يستبدل هواء ابرد منه في أثناء حركة الكتلة الهوائية الدافئة.

**فكر**

لماذا تُعد الجبهة الهوائية منطقة نشاط جوي؟

**معلومة علمية**

ان بخار الماء أهم الغازات الموجودة في الغلاف الجوي الذي يكون مسؤولًا عن اغلب التغيرات في الطقس على الرغم ان نسبته في الهواء هي ( 0 - 4 ) ٪ .

## مؤشرات الأداء

- يتعرف الى بعض اشكال الطقس القاسي .
- يصف العواصف الرعدية .
- يذكر امثلة للعواصف الرعدية .
- يتعرف الى مفهوم العواصف الغبارية.

# 8-1 بعض أشكـــال الطقس القاســـي
## Some Severe Weather Forms

قد يتغير الطقس بشكل سريع فيتحول الى عاصف وتؤدي الاحوال الجوية القاسيـــة الى حدوث رياح قوية وامطار غزيرة قد تدمر البيوت والمنشآت وتصيب البشر، ولكي يمكننا مواجهة هذا الطقس القاسي يتوجب التعرف الى بعض أشكاله وهي:

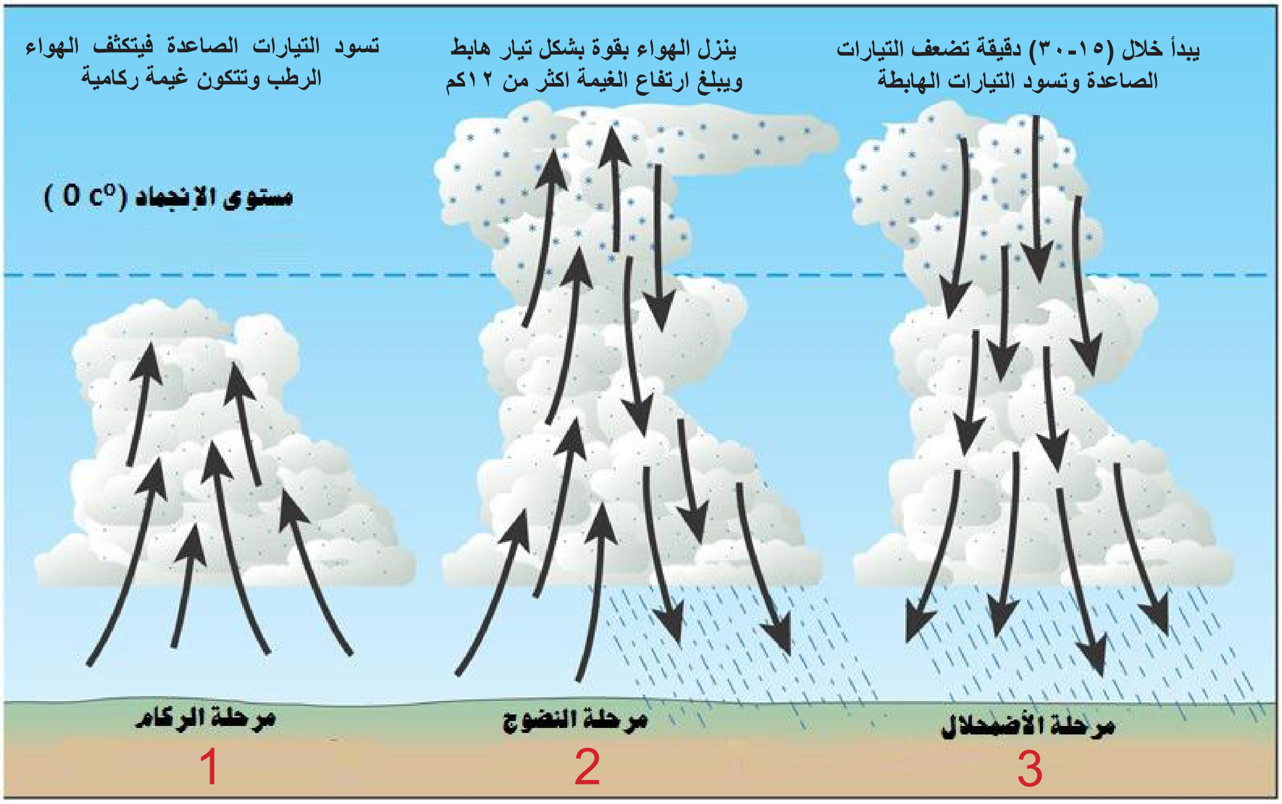
### 1.العواصف الرعدية Thunderstorms

وهي من أنواع العواصف التي تتميز بوجود البرق والرعد وتسمى أحياناً (زوابع رعدية) وتكون مقترنة بغيوم تصاحبها رياح قوية ومطر غزير وبعض الأحيان ثلج أو حالوب. وتختلف شدة العواصف الرعدية تبعاً لطريقة النشوء وتوفر الحرارة والرطوبة وعمليات صعود الهواء. لذا يمكن تقسيم العواصف الرعدية على :

**العواصف الرعدية**
اضطراب في الغلاف الجوي يحدث نتيجة تفريغ كهربائي مقترن بالبرق والرعد ويصاحبها هطول بشكل مطر او ثلج .

- **العواصف الرعدية الاعتيادية (زوابع الكتل الهوائية)**

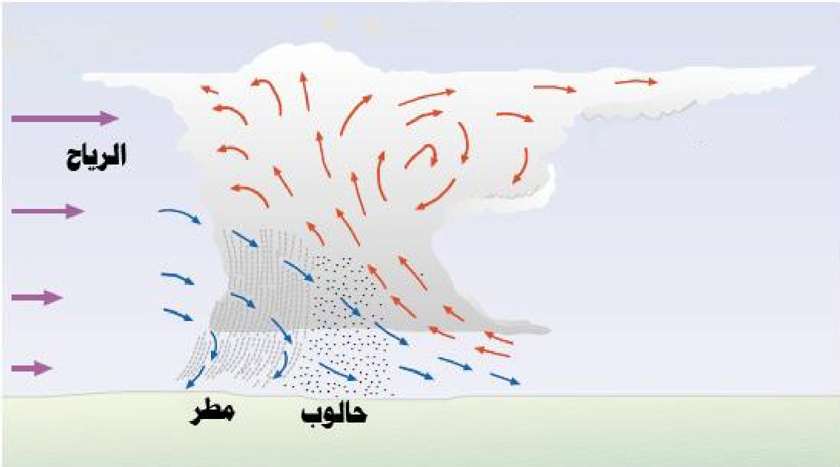
وهذا النوع ينمو داخل الكتل الهوائية الرطبة والدافئة وبعيداً عن الجبهات. وتكون قصيرة العمر ولا تنتج رياحاً قوية. وتمر هذه بثلاث مراحل يمكنك ملاحظتها في الشكل (1-19).




الشكل (1-19) يبين مراحل العواصف الرعدية الاعتيادية

## • العواصف الرعدية الشديدة

العواصف الرعدية الشديدة تكون قادرة على انتاج قطع حالوب كبيرة، ورياح سطحية شديدة، وسيول واعاصير قمعية، ومن امثلتها اعاصير التورنادو والهريكين. لاحظ الشكل (1-20)




### معلومة علمية

تستطيع العواصف الرعدية الشديدة ان تديم نفسها لساعات عدة لأن التيارات الهابطة من الهواء البارد تجبر الهواء الدافيء عند السطح للصعود الى الاعلى مرة أخرى.

الشكل (1-20)
العواصف الرعدية الشديدة

## أعاصير التورنادو Tornadoes

أعاصير التورنادو رياح دوّارة سريعة تهب حول منطقة صغيرة يكون فيها الضغط الجوي أقل ما يكون. على شكل غيمة قمعية الشكل او غيمة ملتفة من الغبار والحطام متدلية من غيمة رعدية ،لاحظ الشكل (1-21) . وعند النظر من الاعلى الى التورنادو يلاحظ أنه يدور عموما عكس عقرب الساعة.

ان قطر اغلب اعاصير التورنادو يقع بين m (100 - 600) وفي احيان قليلة يكون بضعة أمتار ومعدل سرعة التورنادو الافقية يكون بحدود m/s(10 - 20) ويدوم لدقائق عدة ويسير لمسافة عدة كيلومترات. ان الرياح الشديدة للتورنادو تدمر البنايات وتقلع الأشجار وقد تحمل الناس والحيوانات والاثاث وتلقيهم بعيداً لعشرات الأمتار.

### هل تعلم

في كل عام تتسبب اعاصير التورنادو بمقتل ما يقارب مئة شخص في الولايات المتحدة الأميركية التي يحصل فيها معظم الاعاصير من هذا النوع إذ يحدث بحدود الف اعصار سنوياً خاصة في فصلي الربيع والصيف.




الشكل (1-21) إعصار التورنادو في مدينة الكحلاء (محافظة ميسان)

العواصف الغبارية

رياح عاصفة محملة بذرات ترابية وغبار من المناطق السطحية والمفككة من الارض تحدث في المناطق الصحراوية ومناطق الشرق الاوسط وشمال افريقيا .

فكر

هل هناك فوائد للعواصف الغبارية ؟

## 2. العواصف الغبارية Dust Storms

ظاهرة تنتج بسبب تصاعد الغبار الموجود في المناطق القاحلة اوشبه قاحلة بعد تعرضها لرياح سريعة تزيد على ( 8m/s ). ينخفض مدى الرؤية في العواصف الغبارية الى أقل من 1km وقد يصل ارتفاع العاصفة الى عشرات الأمتار ويكون الغبار على ثلاثة أنواع : الرمل، الغرين والطين، يزداد حدوث العواصف الغبارية في الربيع والصيف إذ تكون الأرض أكثر جفافاً والرياح أشد سرعة. لاحظ الشكل (1-22).



الشكل (1-22)
عاصفة غبارية في العراق

### أسباب حدوث العواصف الغبارية في العراق

1. وقوعه من ضمن منطقة شبه صحراوية.
2. وقوعه من ضمن منطقة ذات مناخ قاري بعيداً عن المسطحات المائية المؤثرة.
3. المديات اليومية والفصلية الكبيرة في درجات الحرارة التي تساعد على تفتيت التربة.
4. قلة الأمطار.
5. التسخين الطويل للهواء المجاور لسطح الأرض الذي يتصاعد الى الأعلى فيحمل معه الغبار.

### تأثيرات العواصف الغبارية

1. خفض مدى الرؤية مما يؤثر في النقل والمواصلات.
2. مشكلات صحية ناجمة من عمليات استنشاق الغبار.
3. التأثير في المزروعات وتقليل انتاجية الأرض.
4. التقليل من النشاطات الانمائية.
5. مساهمتها في ظاهرة الزحف الصحراوي.

## هل تعلم

تسهم الرمال التي تعصف بها الرياح في تشكيل ارض الصحارى، اذ تتجمع اكداس الرمل التي تجلبها الرياح القادمة من اتجاه واحد لتشكل الكثبان الرملية.

## معلومة علمية

الغبار المنتقل إلى أسطح البحار والمحيطات يعدّ مصدر الإمداد الأساسي للعناصر المهمة في المحيطات كالحديد والفسفور والسيليكون وتلك العناصر تلعب دوراً مهماً في نمو بعض الكائنات التي تؤدي إلى تقليل تركيز غاز ثنائي اوكسيد الكاربون. وكذلك يساعد الغبار على تجميع حبيبات الأتربة الطينية الدقيقة من المناطق المرتفعة وترسيبها في التربة فتزيد من خصوبة التربة.

### التقليل من العواصف الغبارية من خلال:

1 - محاربة التصحر من خلال اعتماد المصدات النباتية (مثل الحزام الأخضر حول المدن) وذلك لتقليل سرعة الرياح الشديدة.

2 - تثبيت التربة من خلال زراعتها بانواع مختلفة من النباتات فتزداد مقاومتها للرياح.

3 - اللجوء الى الإمطار الإصطناعية.

**مؤشرات الأداء**

- يتعرف تقنيات الرصد الجوي.
- يتعرف طرائق التنبؤ بالطقس.
- يتعرف مفهوم نماذج التنبؤ العددي عن الطقس .

## 9-1 تقنيات الرصد الجوي
## Weather Observation Techniques

لمعرفة حالة الطقس في منطقة ما أو التنبؤ عن حالته المستقبلية نحتاج الى معلومات كافية تتضمن بيانات او صوراً او أية معلومات عن العناصر الأنوائية مثل: درجات الحرارة والضغط الجوي والرياح والغيوم والرطوبة. لاحظ الشكل (1-23).

وهناك طرائق مختلفة وعديدة نحصل منها على الرصدات الجوية :

1 - من خلال اجهزة موجودة في محطات الرصد السطحية إذ تسجل المعلومات الأنوائية عند السطح وبشكل مباشر.

2 - استعمال بالون الأنواء الجوية الذي يحمل متحسسات ويرسل المعلومات الى المحطة الأرضية عن طريق الموجات الكهرومغناطيسية.

3 - استعمال الرادار لرصد حالة الجو وخاصة الأمطار والأعاصير والعواصف الرعدية والغبارية.

**هل تعلم**

عثر العلماء على ادلة عن ماضي كوكبنا في الاحافير والتربة والاشجار، في كل سنة ينمو لجذع الشجر حلقة جديدة، فاذا كانت الحلقة عريضة فهذا يعني ان الجو كان رطباً دافئاً، اما اذا كانت ضيقة فالجو جافاً بارداً، تعد حلقات الاشجار هذه افضل دليل يعتمد عليه لمعرفة حالة الجو في الماضي.




الشكل(1-23) بعض طرائق الرصد الجوي

4 - استعمال الأقمار الصناعية الطقسية كوسيلة رصد حديثة وكفوءة لرصد الطقس بالتحسس النائي (باستعمال الإشعاع الكهرومغناطيسي أي دون تماس مباشر مع الوسط). ان ميزة الاقمار الصناعية توفير قياسات وصور لمناطق شاسعة وبصورة مستمرة للغلاف الجوي وسطح الأرض.

5 - يتم باستعمال محطات اوتوماتيكية صغيرة مثبتة على طوافات في المحيطات ترسل اشارات راديوية الى محطات تجميع البيانات .

6 - استعمال أجهزة تثبت على الطائرات تحلق في الوسط الذي يراد رصده .

7 - استعمال وسائل عديدة أخرى تتضمن سفن او صواريخ او ابراج عالية مجهزة بمتحسسات واجهزة رصد .

## طرائق وأدوات توقع الطقس
## Weather Forecasting Methods and Tools

ان معرفة الطقس الحالي لا يلقى اهتماما واسعاً بقدر التنبؤ عنه بمدة مستقبلية كأن تكون يوم او يومين او لعدة أيام ويتم ذلك عن طريق :

- استعمال الوسائل القديمة بتحليل خرائط الطقس يدوياً .
- عمل نماذج جوية عددية باستعمال الحواسيب الالكترونية الحديثة عالية السرعة التي يمكن ان تحلل كميات كبيرة من البيانات بسرعة هائلة وتنجز عملية التنبؤ عن الطقس وترسم الخرائط وتعطي النتائج بعد ان تزود بالاف الرصدات كل يوم .لاحظ الشكل (1-24) .

إن التنبوءات المعمولة بين 12 و 24 ساعة تكون غالبا دقيقة تماماً. اما تلك التي بين يوم واحد و ثلاثة ايام فأنها تكون جيدة نوعا ما. في حين تلك التي تتعدى 7 أيام فأنها تبدأ بالابتعاد سريعاً عن الدقة المضبوطة و هذا يعود الى طبيعة التغيرات السريعة المعقدة في الغلاف الجوي .

**معلومة علمية**

ان الرادار والقمر الصناعي كليهما من وسائل التحسس النائي ولكن الفرق الرئيس بينهما هو ان الرادار هو الذي يولد إشعاعاً كهرومغناطيسياً ويرسله نحو الهدف ثم يتسلم الاشعاع الراجع اما القمر الصناعي فهو لا يولد أي إشعاع (تحسس نائي خامل) بل يتسلم ضوء الشمس المنعكس من سطح الارض او من الغيوم او الطاقة المشعة من سطح الأرض.

**النماذج الجوية العددية**

هي نماذج رياضية تتألف من عشرات المعادلات الرياضية التي تصف كيف ستتغير كل من درجة الحرارة والضغط والرياح والرطوبة وبقية العناصر الأنوائية مع الزمن.



الشكل (1-24) الحواسيب الحديثة تحلل بيانات الطقس بسرعة هائلة

# مراجعة الفصل

## المفردات والمفاهيم

**السؤال 1** إملأ الفراغات بما يناسبها :

1. ان .......... هي اوطأ طبقات الغلاف الجوي التي تحدث فيها اغلب الظواهر الجوية تقريباً.
2. تعد .......... مقياساً لكمية بخار الماء في الهواء .
3. زيادة ............. اكثر من الحد المقبول يؤدي الى زيادة درجة حرارة سطح الارض .
4. أهم ميزتين يجب توفرهما في الهواء الصاعد لتشكل العواصف الرعدية هما ان يكون الهواء ........ و........
5. اتجاه دوران الرياح حول المنخفض الجوي في نصف الكرة الشمالي ......... عقرب الساعة.
6. تسمى حالة الجو خلال مدة قصيرة .......... .
7. يتم التنبؤ عددياً عن الطقس بأستخدام ............ والتي تنفذ بأستخدام الحواسيب الالكترونية .
8. ظاهرة ازدياد درجة حرارة الارض تسمى .................. .
9. حجم كبير من الهواء يكتسب خصائص سطح الارض تحته من حرارة ورطوبة وغيرها يسمى .............. .

## اجابات قصيرة

**السؤال 2** أ - فسِّر الحقائق العلمية الاتية:

1. تعد الحرارة الكامنة في الغلاف الجوي مصدر طاقته.
2. يكون الضغط الجوي عند سطح البحر اعلى منه فوق قمم الجبال.
3. تحدث تغيرات الطقس في منطقة التروبوسفير.
4. ان عملية امتصاص الاشعاع الارضي تتم بوساطة الغازات الدفيئة.
5. تعد طريقة الرصد بالاقمار الصناعية مهمة في عمليات الرصد الجوي.

**ب - علل لكل مما يأتي:**

1. عند مرور الجبهة الباردة الهواء البارد يجبر الهواء الدافىء على الصعود باتجاه الأعلى.
2. تعمل طريقة انتقال الحرارة بالتوصيل في السنتمترات القليلة من الهواء القريبة من سطح الأرض فقط.
3. لا تصل جميع الأطوال الموجية للطيف الشمسي من الأشعاع الكهرومغناطيسي الى سطح الأرض.
4. من المتوقع ان يزداد ارتفاع مستوى سطح البحر عند نهاية القرن الواحد والعشرين.
5. الاشعاع الارضي يكون باطوال موجية طويلة.
6. التورنادو من اشكال الطقس القاسي.

## الافكار الرئيسة

**السؤال 3** **اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:**

1. ان أكفأ طريقة في الانتقال الحراري في طبقة التروبوسفير هي :
آ. طريقة الاشعاع  ب. طريقة الحمل  ج. طريقة التوصيل  د. الحمل والاشعاع

2. أكثر الغازات الممتصة للحرارة الذي تتغير نسبته بين مكان وآخر في طبقة التروبوسفير هو:
آ. بخار الماء  ب. ثنائي أوكسيد الكاربون  ج. الميثان  د.اوكسيد النتروز

3. من التغيرات المناخية الناتجة عن الاحترار العالمي هي :
آ. زيادة حالات الفيضانات وحالات الجفاف  ب. زيادة حالات الجفاف
ج. زيادة حالات الفيضانات  د. زيادة درجة حرارة سطح الارض

4. حدوث العواصف الغبارية قد يؤدي الى :
آ. زيادة درجة الحرارة قرب سطح الارض  ب. تقليل درجة الحرارة قرب سطح الأرض
ج. لا تؤثر في درجات الحرارة  د. زيادة مدى الرؤية

5. تصنف الكتل الهوائية الى :
آ. قطبية وبحرية  ب. مدارية وقارية  ج. قارية وبحرية  د. جميع ماذكر

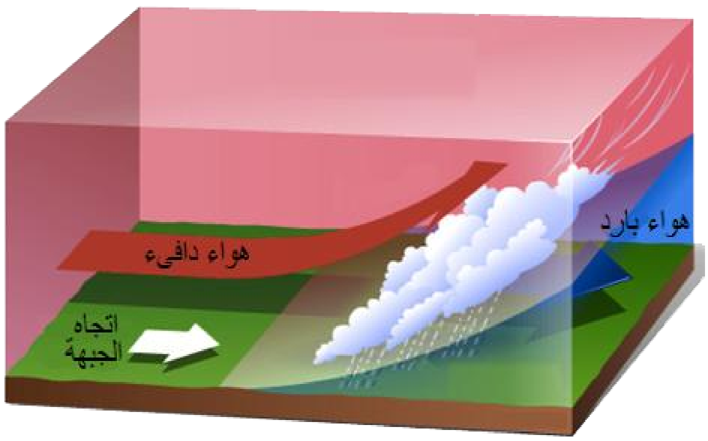
6. تصل نسبة امتصاص الارض من الاشعاع الشمسي نحو :
آ. 30%  ب. 40%  ج. 51%  د. 70%

7. يسمى وزن عمود الهواء على سطح الارض :
آ. كثافة الهواء  ب. الضغط الجوي  ج. الرياح  د. الضغط الخارجي

8. يعد المناخ :
آ. معدل تغير الطقس لمدة قصيرة  ب. معدل تغيرات الطقس لسنوات عديدة
ج. معدل الهطول  د.معدل حركة الرياح.

## استعمال الصور والاشكال التوضيحية

**السؤال 4** **إقرأ الصورة في ادناه للاجابة عن الاسئلة :**




1. ما الكتلة الهوائية؟
2. ما نوع الجبهة المتكونة؟
3. كيف تكونت هذه الجبهة ؟
4. ماذا يصاحب تكون هذه الجبهة ؟
صِفه بايجاز؟

الفصل الثاني

2

# الزلازل والبراكين



البراكين هي المواقع التي يصل فيها الصخر المنصهر الى سطح الأرض ، ولها دور كبير في تشكيل سطح الأرض .

## مؤشرات الأداء

- يتعرف الى الحركات الباطنية للقشرة الارضية .
- يفهم نظرية تكتونية الصفائح .
- يعدد انواع الحافات الصفائحية

## المفردات والمفاهيم

- الغلاف الصخري
- غلاف الصهارة
- الجبة الارضية
- الجبة السفلى
- اللب الخارجي
- اللب الداخلي
- الزلزال
- البركان
- التشوه
- الطيات
- الصدوع والفوالق

## 1-2 مقدمـــة

من المعروف ان الأرض بنفسها تعدّ موضوعاً تاريخياً ، إذ انها مَرت بعد تكوينها بتغيرات كثيرة خلال الحقب الجيولوجية المختلفة.
لقد كان الجزء اليابس من الكرة الارضية في حقبة الحياة القديمة وبداية حقبة الحياة المتوسطة عبارة عن جزيرة قارية متماسكة تحيط بها المياه ممثلة بوحدة جغرافية (Mesozone) تضم كلاً من اوربا واسيا وافريقيا واستراليا والقارة القطبية الجنوبية والقارتين الامريكيتين وتدعى بانجايا pangaea او القـــارة الأم ، انظر الشكل (2–1) .



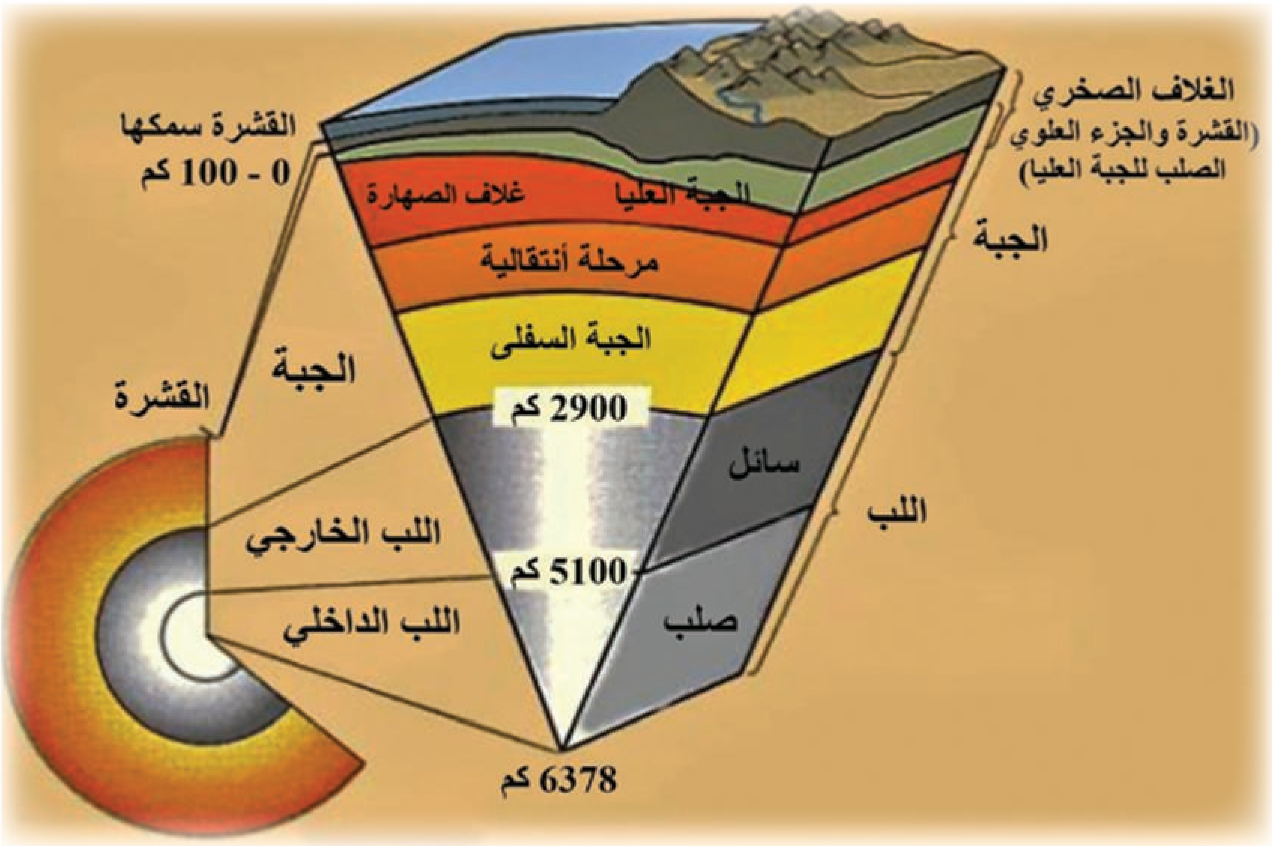

الشكل (2-1) القارة الأم

انقسمت وانجرفت القارات الجديدة مبتعدة عن بعضها البعض الى مواقعها الحالية وهذا مايسمى بفرضية الانجراف القاري ليفجنر وفسرت هذه الفرضية تطابق السواحل لبعض القارات تطابقاً لافتاً وسبب وجود احافير متماثلة في قارات تقع على جوانب المحيط الاطلسي فضلا على تماثل احوال مناخية قديمة ، وقد ظهرت نظريات علمية جعلت الحركات الافقية للارض مسبباً رئيساً لتكوين العديد من الظواهر الجيولوجية كالقارات والبحار والزلازل والبراكين والجبال ...الـــخ . ومن اهم هذه النظريات القريبة من الواقع العلمي هي نظرية تكتونية الصفائح .

## 2-2 باطن الارض

تتكـون الارض من طبقـات متعددة تختلف فـي تركيبها وخصائصها وتقسم عمودياً على ثلاثة اغلفة رئيسة وهي من السطح الى المركز : لاحظ الشكل (2 - 2) :

**الغلاف الصخري الصلب**
هو الطبقة الخارجية الصلبة للأرض ويتكون من قسمين هما القشرة الارضية والجزء الاعلى الصلب من الجبة العليا.




الشكل (2-2)
اغلفة الارض المختلفة

**1 - الغلاف الصخري الصلب Lithosphere:** يتكون الغلاف الصخري من صخور القشرة الارضية الصلبة (Crust) مع الصخور الصلبة من الجزء العلوي للجبة العليا (Upper mantle) ويبدأ من سطح الارض والى عمق km (100- 150). يقل سمك هذا الغلاف تحت المناطق المحيطية ويزداد تحت المناطق القارية. ويقسم سطح هذه الطبقة على عدد من الصفائح المتفاوتة الابعاد تسمى **بالصفائح التكتونية**، وهي سبعة صفائح رئيسة وعدد من الصفائح الصغيرة .

**الصفائح الرئيسة هي :** الهادىء ــ اوراسيا ــ امريكا الشمالية ــ امريكا الجنوبية ــ افريقيا ــ الهند ــ والقارة القطبية الجنوبية، إذ تمثل صفيحة المحيط الهادىء اكبر الصفائح وهي مكونة من قشرة محيطية فقط وتغطي خُمس سطح الارض. في حين تضم الصفائح المتبقية قشرة محيطية واخرى قارية ولاتوجد صفيحة تضم قشرة قارية فقط ، اي ان حافات الصفائح لاترتبط بالحدود بين القارات والمحيطات .

**الصفائح التكتونية**
قطع الغلاف الصخري الصلب التي تتحرك فوق الجبة العليا وتتكون من نوعين هما القشرة القارية والقشرة المحيطية.

أما بالنسبة للصفائح الصغيرة فهي الصفيحة الفلبينية والعربية والكاريبية ونازاكا والقوقاز وعدد اخر من الصفائح التي لم تحدد ابعادها بدقة حتى الآن. وتتميز الصفائح بسرعة حركتها وتعقيدها. ولما كانت الصفائح في حركة مستمرة فهي في حالة تغير مستمر في الشكل والحجم.وتتحرك هذه الصفائح بمعدلات سرع واتجاهات مختلفة فوق الطبقة التي تليها ، ان صلابة طبقة الغلاف الصخري تجعل عملية حركة اي جزء من الصفيحة تعني حركة الصفيحة باكملها في ذلك الاتجاه .

2 - الجبة العليا Asthenosphere : تقع اسفل الغلاف الصخري الصلب وتحتوي على غلاف حار شبه مائع يسمى غلاف الصهارة وبسمك 250km تقريباً وتتميز صخورها بقرب درجة حرارة الميوعة او السيولة وبهذا تقل صلابتها بدرجة كبيرة.اما العمق من km (700 - 350) تقريباً يمثل المرحلة الانتقالية الى الجبة السفلى .

3 - الجبة السفلى Lower Mantle : وتقع تحت الجبة العليا من عمق km (2900 - 700) وتحتوي على صخور صلبة .

4 - اللب الخارجي Outer core : وهو غلاف مائع يمتد من عمق km (5100 - 2900) .

5 - اللب الداخلي Inner core : وهو غلاف صلب يمثل مركز الارض ويمتد من عمق km(6378 -5100)

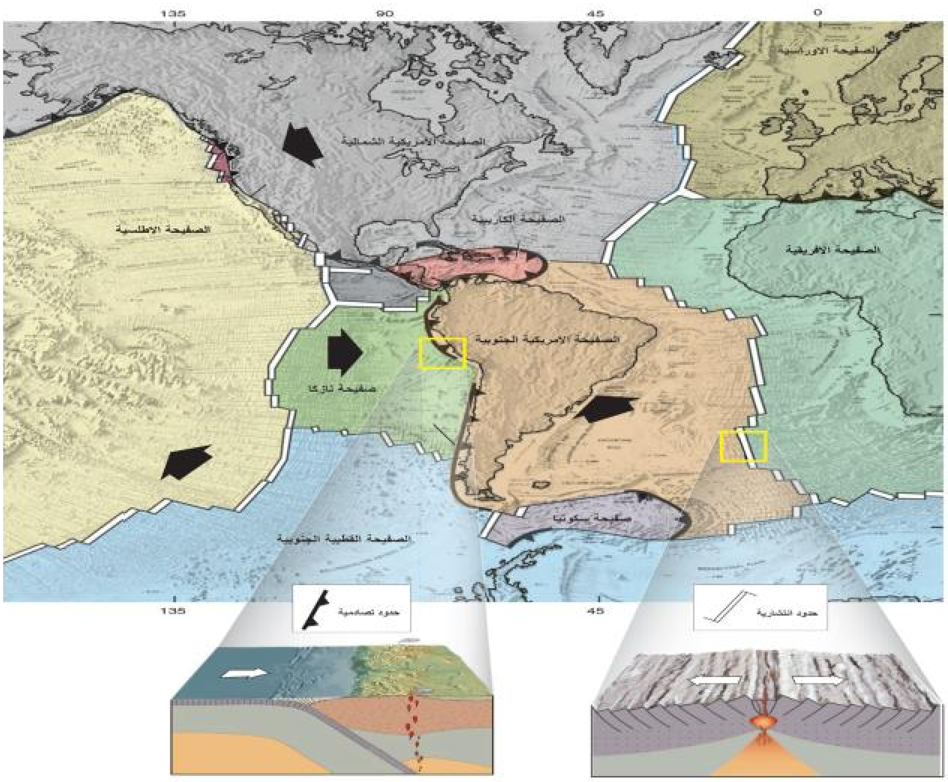
هذه الطبقات الثلاثة الاخيرة من عمق km (700) الى مركز الارض ،لا يمثل هذا الغلاف دوراً مهماً في الحركات الصفائحية.

## 3-2 نظرية تكتونية الصفائح

نظرية علمية تصف الحركات الكبرى لغلاف الارض الصخري وتعتمد على فرضية الانجراف القاري ، اذ تبين ان الغلاف الصخري الصلب نوعان قاري ومحيطي وينقسم الى صفائح تكتونية .

### انواع الحافات الصفائحية :

تتحرك الصفائح التكتونية فوق طبقة شبه مائعة بمعدلات سرع واتجاهات متفاوتة ، وهناك ثلاثة انواع من الحركات الصفائحية ينتج عنها خصائص تركيبية (بنائية) ونشاطات بركانية وزلزالية في حافات هذه الصفائح تميزها من بعضها كما مبين في الشكل (3-2). وتمثل كل صفيحة متحركة واحدة اواكثر من الحافات الآتية :



**الجبة الأرضية**

وهو أحد أغلفة القشرة الارضية يبلغ سمكه نحو 2900 km ويكون نحو 82% من حجم الارض ويتكون من صخور سيلكاتية.

الشكل (3-2)
حركة الصفائح التكتونية ونتائجها ( للاطلاع )

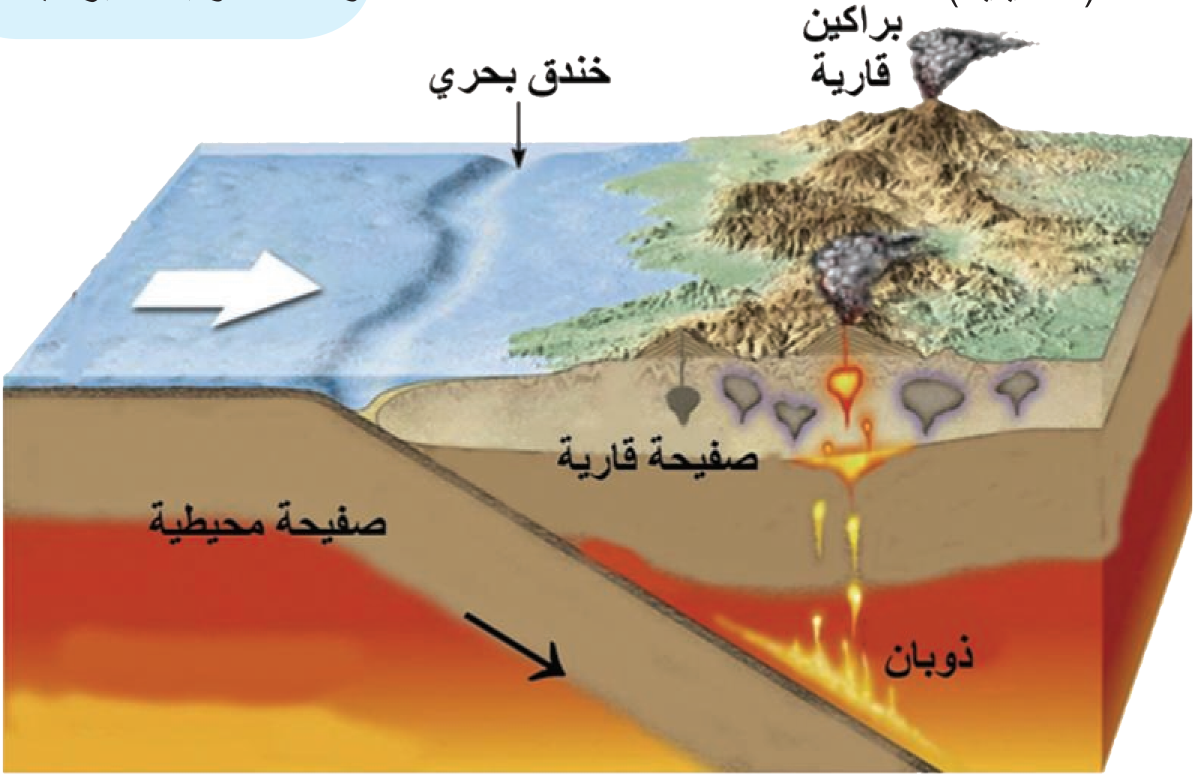
1.الحافات المتصادمة : convergent boundaries

يعدّ هذا النوع من الحافات من اهم الانواع لارتباطه بتفسير العديد من الظواهر الارضية . فهي لاتفسر فقط اختفاء جزء من الغلاف الصخري فحسب، بل تفسر ايضاً الكثير من الظواهر الجيولوجية والجيومورفولوجية على سطح الارض كانعكاس لما يحدث في الاعماق. إذ ترتبط بها اغلب النشاطات البركانية والزلازل المتوسطة الاعماق والعميقة .

تتشكل الحافات المتصادمة عندما تتحرك صفيحتان متجاورتان نحو بعضهما وينتج عن ذلك فقدان جزء من طبقة الغلاف الصخري لاحدهما نتيجة لحركته نحو الاسفل وانحداره فـــي منطقة الجبة الارضية كما مبين في الشكل (2- 4 أ). وتؤدي زيادة الحرارة والضغط التي يتعرض لها هذا الجزء خلال ملايين السنين الى اذابته واندماجه كلياً في منطقة الجبة الارضية لذلك يطلق على هذا النوع من الحركات الصفائحية بالحركات المتصادمة (التحطيمية ).

**هل تعلم**

ان حركة صفيحتين باتجاه بعضهما يعدّ اكثر تعقيداً مما هو عليه الحال عند حركتها بعيداً عن بعضهما. فعندما يصطدم جزء محيطي لصفيحة مع جزء قاري لصفيحة اخرى ، فالذي يحدث ان الجزء المحيطي ينحدر تحت الجزء القاري لأنه اثقل منه واقل سمكاً مكوناً خندقاً محيطياً ، اما الجزء القاري للصفيحة الاخرى فيحدث نتوءات وتصدعات وانبثاقات بركانية .



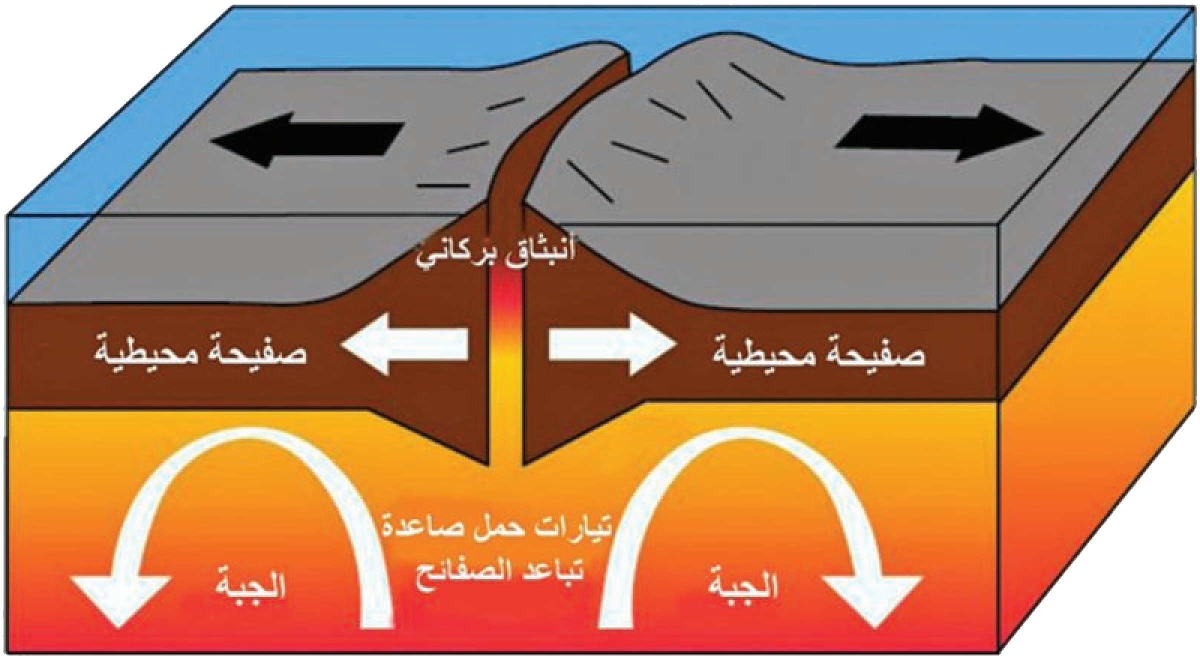

الشكل (2 - 4 أ) حافات متصادمة

**فكر**

ما سبب اختلاف الخواص الفيزيائية لصخور طبقة الغلاف الصخري والصهارة؟

2 - الحافات المتباعدة : Divergent boundaries

يتمثل هذا النوع من الحافات الصفيحية عند حركة صفيحتين متجاورتين بعيداً عن بعضهما الشكل (2 - 4 ب) وينتج عن ذلك بناء قشرة جديدة نتيجة لصعود المواد المنصهرة من منطقة الجبة الارضية لملء الفراغ الناتج عن هذه الحركة كما هو الحال في المرتفعات المحيطية الوسطية للاطلسي والبحر الاحمر.



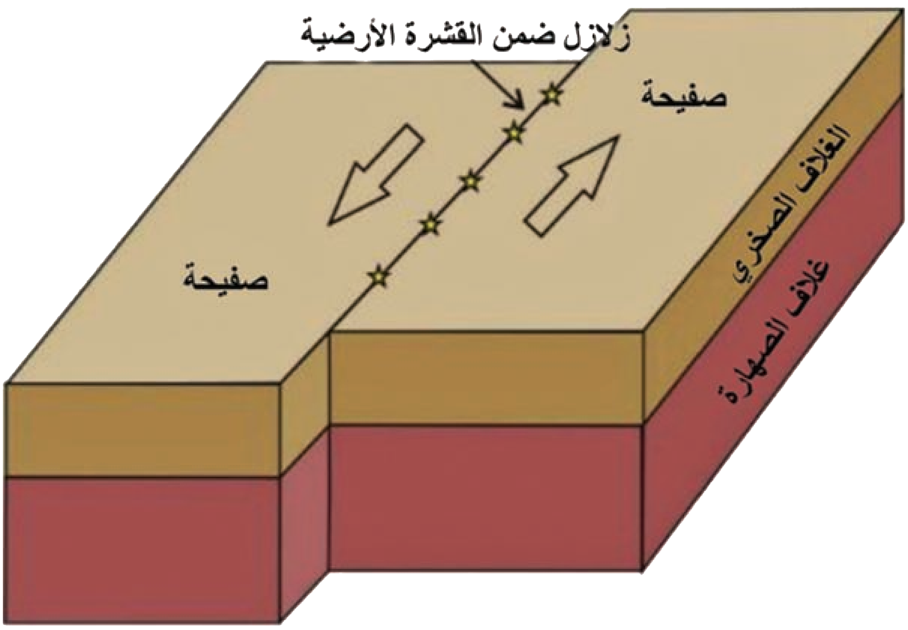

الشكل (2 - 4 ب) حافات متباعدة

**هل تعلم**

ان جبال زاكروس وطوروس التي تقع في شرق وشمال العراق هي نواتج تصادم الصفيحة العربية مع حدود الصفيحة الايرانية ، وهي من نوع الحافات التصادمية .

3 - الحافات الناقلة : Transform boundaries

يتشكل هذا النوع من الحافات الصفائحية عند انزلاق احدى الصفيحتين نسبة الى الثانية دون ان يكون هناك تحطيم او اضافة للقشرة الارضية، لذا فهي تتميز بخلوها من النشاطات البركانية وبوجود زلازل لاحظ الشكل (2 - 4 ج)



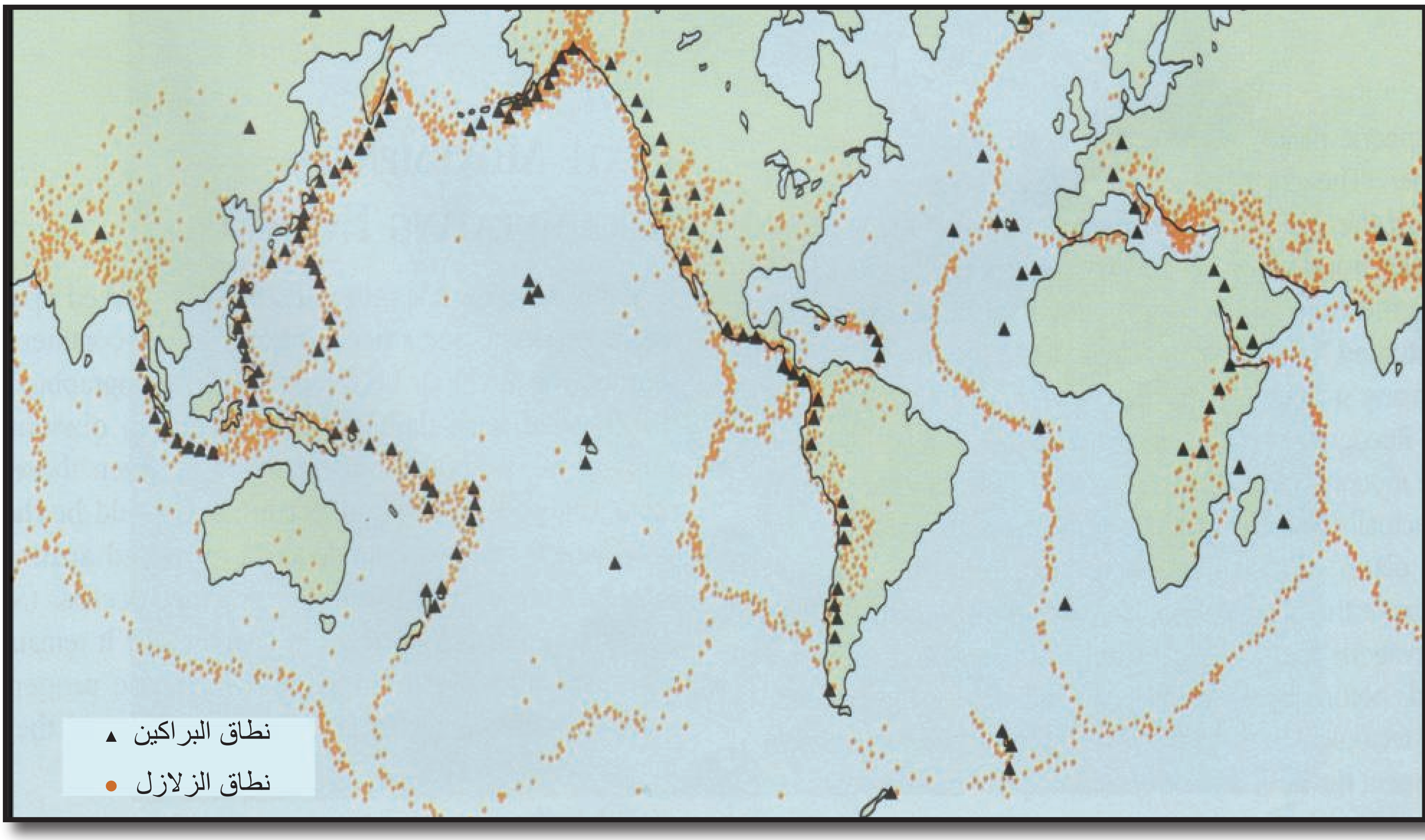

الشكل (2 - 4 ج) حافات ناقلة مستعرضة

## 4-2 الزلازل وتكتونية الصفائح

من المعروف ان الزلزال Earthquake يعدّ من الظواهر التي تشير الى كون الارض كوكباً ديناميكياً ، إذ تؤدي حركة الصفائح التكتونية الى احداث الزلازل، إذ يسجل سنوياً ما يزيد على 150 ألف هزة ارضية في مناطق مختلفة من العالم. ويتم حالياً استعمال احدث التقنيات لتحديد هذه الزلازل ومكان حدوثها وقوتها. وتستعمل الحاسبات الالكترونية لرسم هذه المعلومات بشكل خرائط يمكن الاستفادة منها في معرفة حدود الصفائح للحصول على معلومات دقيقة عن باطن الارض ولوحظ ان توزيع الزلازل وكثافتها ليس منتظماً فوق سطح الارض، بل ان الشبكة الزلزالية مرتبطة بعدد من الظواهر الطبيعية كوديان التصدع والمرتفعات المحيطية والاحزمة الجبلية والسلاسل البركانية والخنادق المحيطية لاحظ الشكل (2-5).

### مؤشرات الأداء

- يتعرف الى مفهوم الزلزال .
- يعدد انواع الهزات الارضية .
- يتعرف الى قواعد السلامة والامان عند حدوث الهزة الارضية.




الشكل (2-5)

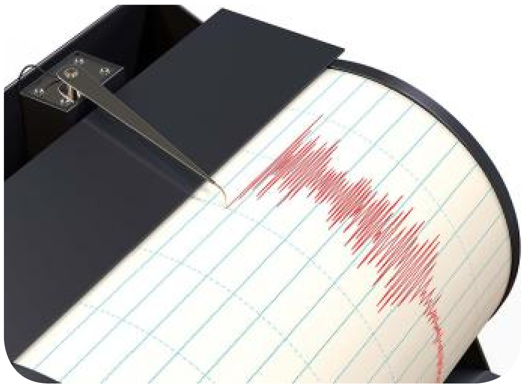
توزيع الانطقة الزلزالية والبراكين على سطح الارض

يتولد الزلزال او الهزة الارضية عندما تتعرض الصخور الى ضغوط عالية تزيد على حدود المرونة للمادة، يؤدي ذلك الى حدوث تكسّر وتحرر للطاقة بصورة مفاجئة كما مبين في الشكل (2-6) أ على شكل موجات زلزالية تنتقل كما تنتقل موجات الماء عند رمي حجر فيها.

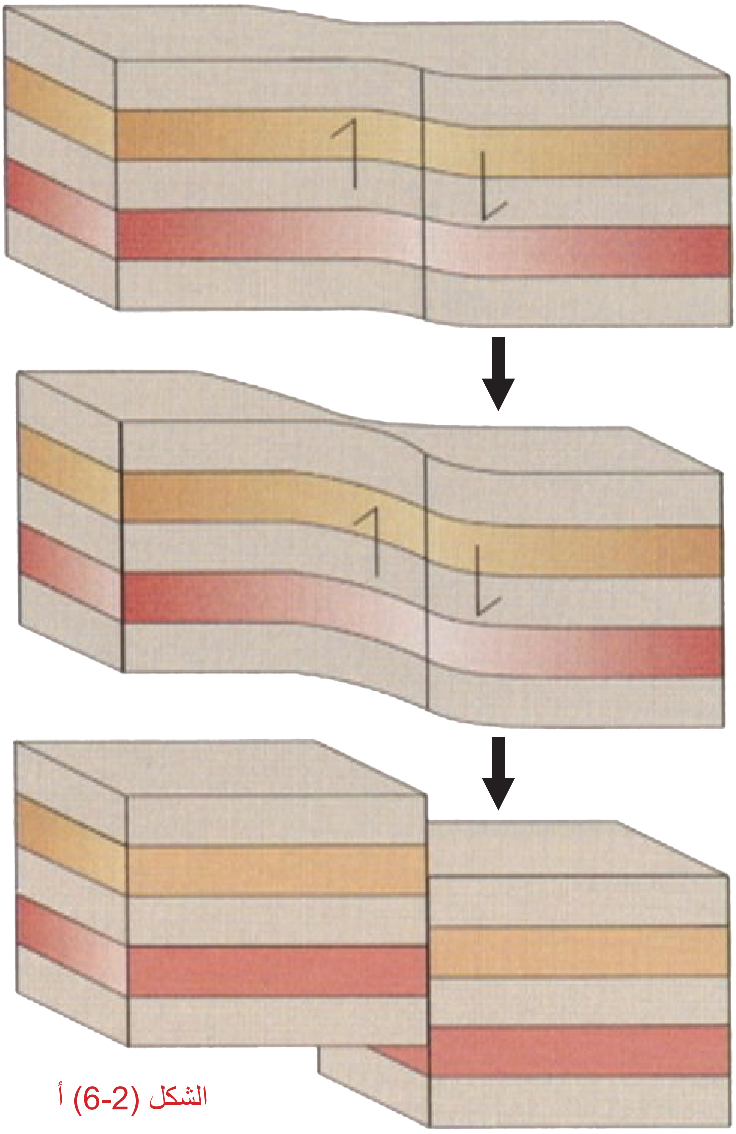
**الزلزال**

عبارة عن اهتزاز أو سلسلة من الاهتزازات الارتجاجية للارض والناتجة عن حركة الصفائح التكتونية .

**مقياس ريختر :** هو مقياس لوغارتمي لقياس قوة الهزات الارضية ويتكون من (10) درجات ويقيس حركة الارض الناجمة عن الهزة الأرضية.



جهاز تسجيل الموجات الزلزالية



الشكل (2-6) أ

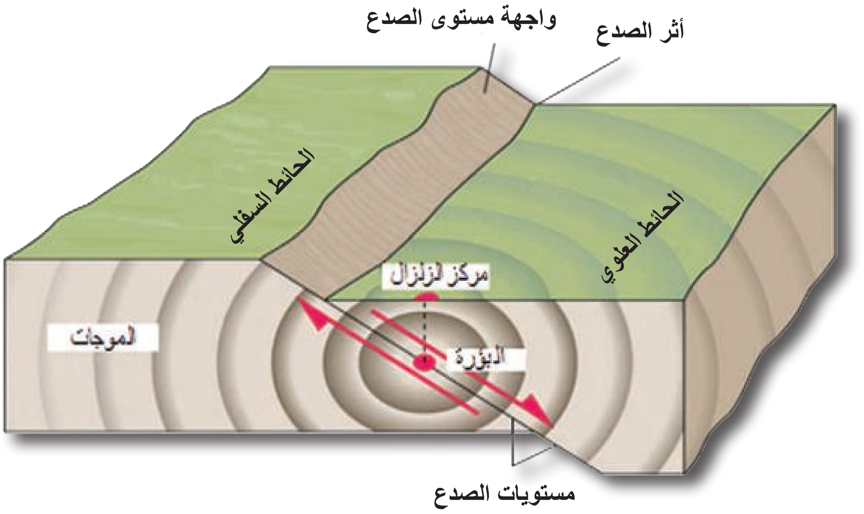
مراحل تولد الهزة الارضية

### هل تعلم

ان الفرق بين درجتين على مقياس ريختر يعني فرقاً بين قوتي زلزالين يبلغ نحو 32 ضعفاً .

## تحديد مواقع الهزات الارضية :

يسجل العلماء قوة الزلزال بأستعمال جهاز السزموجراف يوضع على سطح الارض وحين تصل الموجات الزلزالية الى الجهاز يؤشرالجهاز سجلاً زلزالياً لتحديد المركز السطحي للزلزال ( هو النقطة التي تقع عند صدع من الصدوع على سطح الارض مباشرةً فوق بؤرة الزلزال وتبدأ منها حركة الهزة الارضية ) أما بؤرة الزلزال فهي النقطة التي تقع في باطن الارض وتبدا منها الهزة الارضية لاحظ الشكل (2-6) ب




الشكل (2-6) ب

موقع بؤرة الزلزال

يتولد عن الهزة ثلاثة انواع من الموجات :

1 - الموجات الاولية P_waves :

هي موجات تضاغطية سريعة الانتشار تنتقل خلال المواد الصلبة والسائلة تؤدي الى ذبذبة الوسط الذي تخترقة في اتجاه انتقال الموجة نفسها وتزداد سرعتها كلما زاد العمق في باطن الارض .

2 - الموجات الثانوية S_waves :

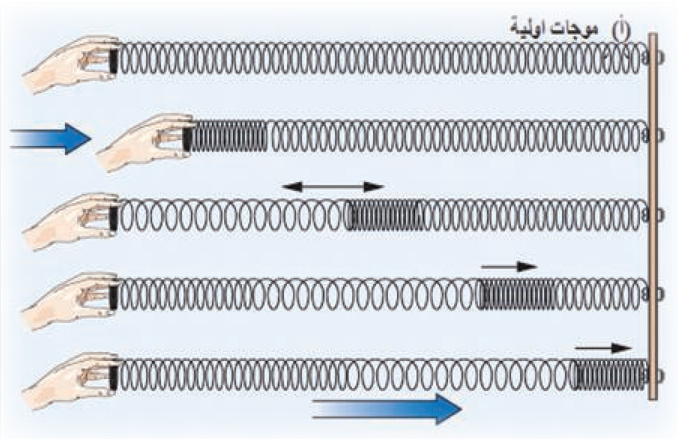
هي موجات مستعرضة تنتقل فقط خلال المواد الصلبة ويكون اهتزاز جزيئات الوسط عموديا على اتجاه انتشار الموجة وتزداد سرعتها كلما زاد العمق في باطن الارض ، ولكنها تنكسر عند اختراقها للب الارض .

3 - الموجات الطولية L_waves :

وهي موجات بطيئة السرعة وآخر مايصل الى الآت الرصد الزلزالي ، تجتاز الطبقات الصخرية العليا لقشرة الارض . إذ تكون قشرة الارض غير متجانسة وقليلة الكثافة ، إن الموجات الطولية تنكسر الى اعلى واسفل وتسير في مجال متعرج .تنتشر الموجات الاولية والثانوية في الطبقات الصخرية السفلى لقشرة الارض (في باطن الارض). لذلك فأن اسباب التدمير الزلزالي تعزى الى انتشار الموجات الطولية التي تنتشر من المركز السطحي للزلزال. والشكل (2 - 7) أ،ب يبين انواع الموجات الثلاثة .

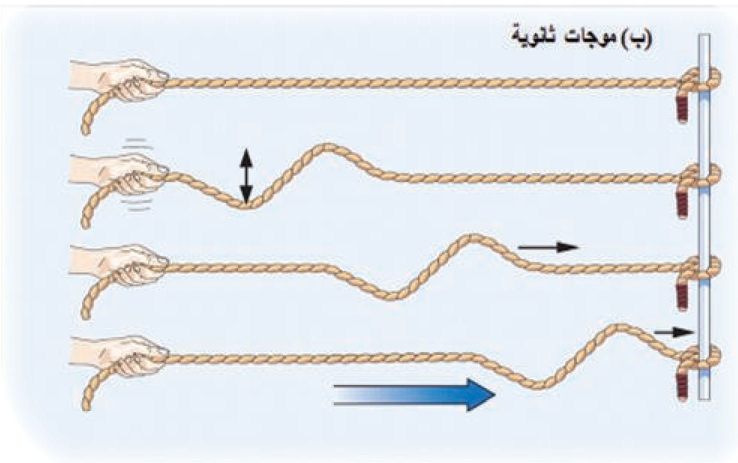
## هل تعلم

ان حاجز وسط البحر الاحمر من النوع التباعدي الذي يسبب اتساع البحر الاحمر بمقدار 2 cm سنوياً .




الشكل (2-7)

انواع الموجات المتولدة عن الهزة الأرضية




## معلومة علمية

في عام 2004 ضرب اندونيسيا زلزال بقوة 9 درجات على مقياس ريختر وقد اسفر الزلزال عن مقتل 300,000 الف نسمة .

## مؤشرات الأداء

- يتعرف الى مفهوم البركان .
- يوضح مفهوم الجيولوجيا التركيبية.
- يبين مكونات المقذوفات البركانية.

## هل تعلم

تعتمد قوة الهزة الارضية على : كمية الطاقة المتحررة، والمسافة من مسقط الهزة الارضية على السطح ونوعية الصخور ودرجة صلابتها .

## نشاط

اكتب تقريرا عن احد الزلازل التي ضربت دول العالم ، معززاً بالصور التوضيحية واعرضها امام زملائك .

ما قواعد السلامة من كوارث الهزات الارضية ؟

أ. في اثناء الهزة :

1 - لاتفزع

2 - اذا كنت داخل مبنى : ابقى هناك، ابحث عن حماية تحت منضدة او غيرها، ابقى بعيداً عن الزجاجيات،لاتستعمل الثقاب او الشموع وغيرها .

3 - اذا كنت خارجاً: ابقى بعيداً عن البنايات وعن اعمدة الكهرباء وابقى في العراء ولاتقترب من البنايات .

4 - اذا كنت في السيارة : حاول ايقافها بالسرعة الممكنة وابقى فيها لانها تمنحك حماية من الاهتزاز بسبب وجود الدبلات .

ب. بعد الهزة :

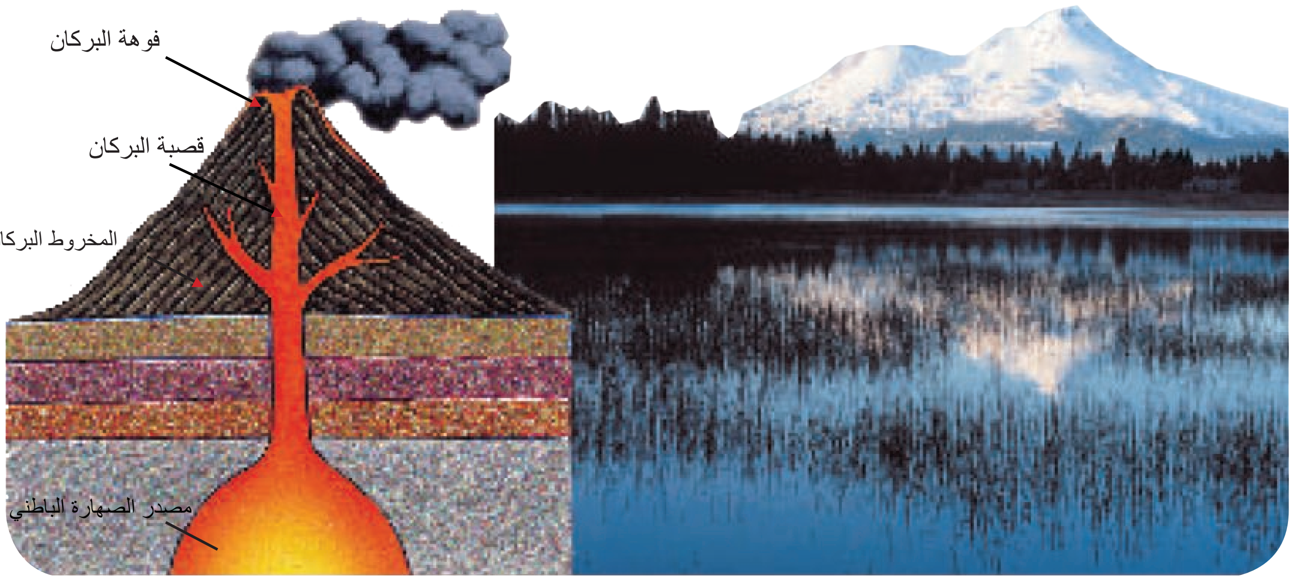
1 - تأكد من اطفاء الاجهزة ، اذا وجدت رائحة غاز فافتح النوافذ واترك البناية الى ان يتم اصلاح العطب ، اذا كان هناك تماس كهربائي او كسر صنبورالماء فاغلق الدائرة من المصدر الرئيس .

2 - ابقَ بعيداً عن البنايات المتضررة لأنهـا معرضـة للسقوط في اي لحظة .

3 - ابقَ بعيداً عن رجال الانقاذ لكي تتوفر لهم الفرصة الافضل بالعمل .

## 5-2 البراكين

يتكون البركان Volcano من فوّهة بركانية تتصل بقصبة بركانية وتعمل هذه القصبة على توصيل الصهارة من مصدرها الباطني الى فوّهة البركان، وعندما تصل المصهورات البركانية الى سطح الارض تتجمع على هيئة مخروط بركاني لاحظ الشكل (2 - 8).




الشكل (2-8)

هيئة المخروط البركاني و المرتفعات البركانية

ان ثورات البراكين غالباً ما تكون مرتبطة بالحافات المتباعدة والحافات المتصادمة للصفائح ولكن في بعض الاماكن تكون غير مرتبطة بحافات الصفائح اي في مناطق معزولة.

البراكين دائمة الثوران مثل بركان سترومبلي قرب جزيرة صقلية الذي يعرف بمنارة البحر المتوسط حيث تنبثق المصهورات البركانية وألسنة اللهب من فوّهة البركان مرة كل دقيقتين، وهذه البراكين الدائمة الثوران قليلة جداً على سطح الارض، بينما اغلبها تكون من النوع المتقطع الثوران او براكين هادئة نسبياً. إذ يتجمد النشاط البركاني خلال مدة من الزمن ثم يتجدد خلال مدة اخرى . اما البراكين الخامدة فهي التي لايوجد لها اي نشاط بركاني منذ مدة زمنية طويلة وان شكلها الحالي متأثر بعوامل التعرية بحيث لايبقى من المخروط البركاني سوى القصبة البركانية الشديدة الصلابة كما مبين في الشكل (2 - 9).

**البركان**

وهو عبارة عن تضاريس برية أو بحرية تخرج أو تنبعث منها مواد مصهورة مع ابخرة وغازات مصاحبة لها من اعماق القشرة الارضية ، ويحدث ذلك من خلال فوّهات أو شقوق .



الشكل (2-9)
البركان والقصبة البركانية شديدة الصلابة

بالاضافة الى ماتسببه البراكين من حركة زلزالية للمناطق المجاورة لها، ومن تدمير لكل ما يحيط بها من مظاهر الحياة، فأن البراكين تنبثق منها الحمم والمقذوفات البركانية بأشكالها الصلبة والسائلة والغازية وتترسب حول البركان وبالقرب منه او ابعد حسب نوع المادة المقذوفة وحجمها.

## مكونات المقذوفات البركانية

**اولاً :** المواد الصلبة : إذ تتكون هذه المواد الصلبة من القشرة الارضية التي تنبثق منها قصبة البركان وتتطاير هذه المواد مع الصهارة الى الاعلى وتتساقط على مسافات مختلفة من الفوّهة البركانية وتتألف المقذوفات البركانية من :

1 - القنابل البركانية : وهي كتل بركانية خشنة الحبيبات ذات قطر اكبر من 32 ملم. وتكون بيضوية الشكل نظراً لالتفافها في الجو ، واذا كانت هذه الكتل ذات فقاقيع غازية فتسمى (سكوريا) .

2 - الجمر واللاب : وهي مواد فتاتية بركانية تتراوح اقطارها بين 32 – 4 ملم .

3 - الرماد البركاني : وهي مواد دقيقة يتراوح قطرها بين (4-5) ml وتتطاير الى الاعلى لمسافات عالية مندفعة مع الغازات، ويظل هذا الرماد معلقاً في الجو مدة طويلة وقد ينتقل مع الرياح لمسافات بعيدة جداً .

**ثانياً :** المواد المنصهرة السائلة:وهي عبارة عن المصهورات البركانية التي تنبثق من فوّهة البركان وتنساب فوق سطح الارض مكونة مخروطات وهضاباً بركانية .

**ثالثاً :** الغازات البركانية : ينبثق مع المصهورات البركانية الصلبة والسائلة كميات كبيرة من بخار الماء والغازات تقدر بنحو 5% إذ يشكل بخار الماء 60-90% من هذه الغازات.اما النسبة الباقية فتتكون من مجموعة من الغازات مثل ثنائي اوكسيد الكربون والنتروجين وغازات حامض الكبريتيك والنشادر. وتتراوح درجة حرارة هذه الغازات من 100- 500 درجة سيليزي.

تكوّن هذه الغازات والابخرة سحباً منخفضة كثيفة حول البركان، وغالباً ما تكون سوداء لكثرة ما بها من الرماد البركاني. وتظهر بها ألسنة من النيران وذلك لاحتكاك ذرات الرماد بعضها ببعض ولذلك تسمى بالسحب البركانية المتوهجة. وعندما تتعرض هذه السحب لعمليات التكثيف تتساقط على هيئة امطار غزيرة وتؤدي الى حدوث الانسيابات الطينية البركانية. وهذه الاخيرة قد تعمل على تدمير المناطق العمرانية القريبة من البركان نظراً لارتفاع درجة حرارتها .

## نشاط

### أنموذج البركان

1.خذْ منديلاً ورقياً صغيراً وضعْ فيه 10g من كاربونات الصوديوم الهيدروجينية .
2.قمْ بطيِّ المنديل فوق المسحوق وضعه في اناء واسع ثم اقلبه فوق المنديل المطوي في الاناء.
3.اضغط على القمع لاحكام اغلاقه.
4.ضع النظارة الواقية ثم اضف مقدار 50 ml من الخل وبعض قطرات من مسحوق الزاهي (تنظيف الاواني) او الصابون السائل في كوب وحرك المزيج .
5.اسكب المزيج السائل في فُوهة القمع المقلوب .
6.استخدم ساعة توقيت لقياس الوقت الذي سيمر على البركان ليبدأ بالثوران .

### النتائج

1. مـــا الذي حدث وسبب ثوران البركان ؟
2. هـــل لحجم فتحـــة القمـــع وكـمية كـــاربونات الصوديوم الهيدروجينية والخل تأثير في ثوران البركان ؟

## 6-2 الجيولوجيا التركيبية (البنائية)

سبق أن ذكرنا بأن حركة الصفائح ينتج عنها خصائص تركيبية (بنائية) ونشاطات بركانية وزلزالية في حافات هذه الصفائح تميزها من بعضها. وقد سبق الحديث عن الزلازل والبراكين .

### حقيقة علمية

يسهم الرماد البركاني في تكوين الاراضي الزراعية الاكثر خصوبة في العالم .

## الخصائص التركيبية (البنائية)

ان المبادئ الميكانيكية الاساسية المستعملة في دراسة بنائية الارض وأشكالها التركيبية المختلفة نوجزها كما يلي :

1 - القوة : وهي كل مؤثر متجه يحاول تحريك الاجسام الثابتة او إحداث تغيير في سرعة الاجسام المتحركة وهي تحدد بمقدارها واتجاهها .

فكر

كيف تتسبب قوى تكتونية الصفائح في تشوه الصخور؟

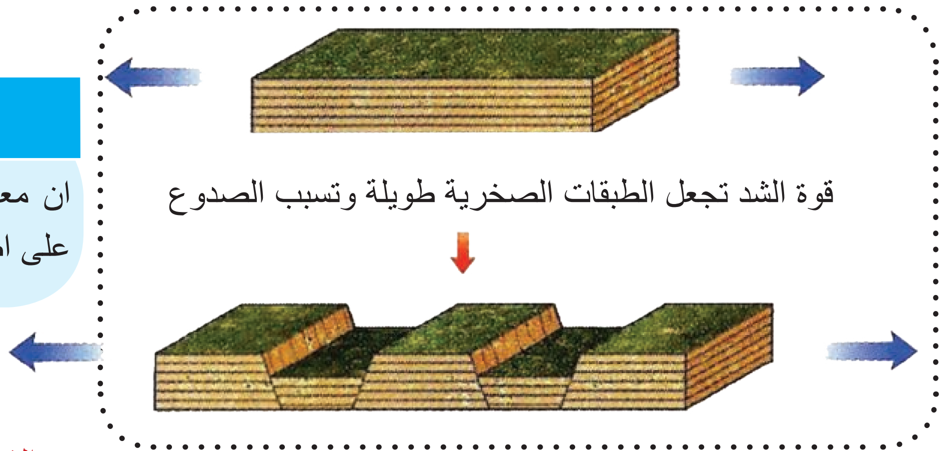
2 - الاجهاد : وهو التشوه الذي يغير من شكل الصخر نتيجة للقوة والضغط المسلط عليها. وهذا التشوه يمكن ان يغير الحجم او يغير الشكل او كليهما معاً عندها يسمى **التشويه** (Deformation) .

**التشويه**

وهو التغير في شكل أوحجم الصخرأو كليهما معاً التي تجعلها تنثني وتنتج طيات أو تنكسر نتيجة لاجهاد معين.

### هناك نوعان رئيسان من الاجهاد :

أ - قوى الشد أوالسحب :هي القوة التي تؤثر في جسم ما في اتجاهين متضادين وتعمل على استطالته لاحظ الشكل ( 2 - 10)

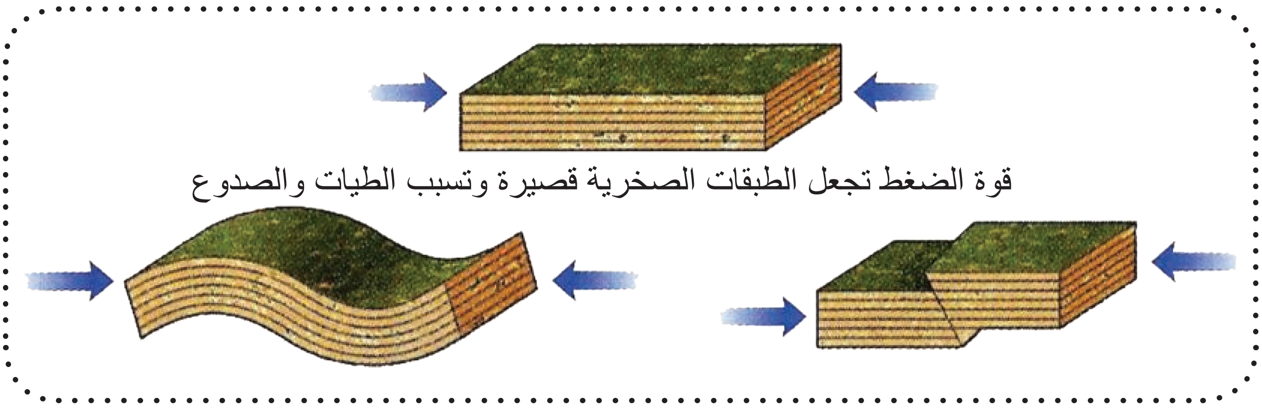



الشكل (2 - 10) قوى الشد

**هل تعلم**

ان معظم الهزات الارضية تحدث على اطراف الصفائح التكتونية .

ب - قوى الضغط :هي القوة التي تؤثر في جسم ما في اتجاهين متقابلين وتعمل على تقصيره لاحظ الشكل ( 2 - 11)




الشكل (2 - 11) قوى الضغط

الطيات

وهو انثناء طبقات الصخر بسبب الاجهاد .

فكر

ما مصدر النشاط البركاني ؟

## هل تعلم

في عام 1980 انفجر بركان سانت هلين وغطى رماد الانفجار مساحة تزيد على $57000\ km^2$ .

وتبعاً لتأثير تلك القوى في الطبقات الصخرية إذ ينتج :

1 - طيات بمختلف انواعها .

2 - صدوع وتشققات .

### الطيات : Folding

تكونت بعض الطيات قبل مئات الملايين من السنين نتيجة التغيرات الداخلية التي تحصل للطبقات الصخرية خلال تكوين الطية فهي تحدث حين تنثني طبقات الصخور بفعل الاجهاد في القشرة الارضية، وما يتبعها من قوى او ضغط نتيجة لهذه التغيرات، وهذه القوى قد تكون افقية او عمودية. وان هذه الطيات كانت اعلى بكثير عند تكونها من وضعها الحالي، ولكن بسبب عمليات التآكل والنحت بمرور الزمن ادت الى تغيير اشكالها وانخفاضها عن وضعها السابق ، واصبحت في يومنا هذا هضاب مرتفعة كما في مرتفعات الكاليدونيان في شمال بريطانيا .

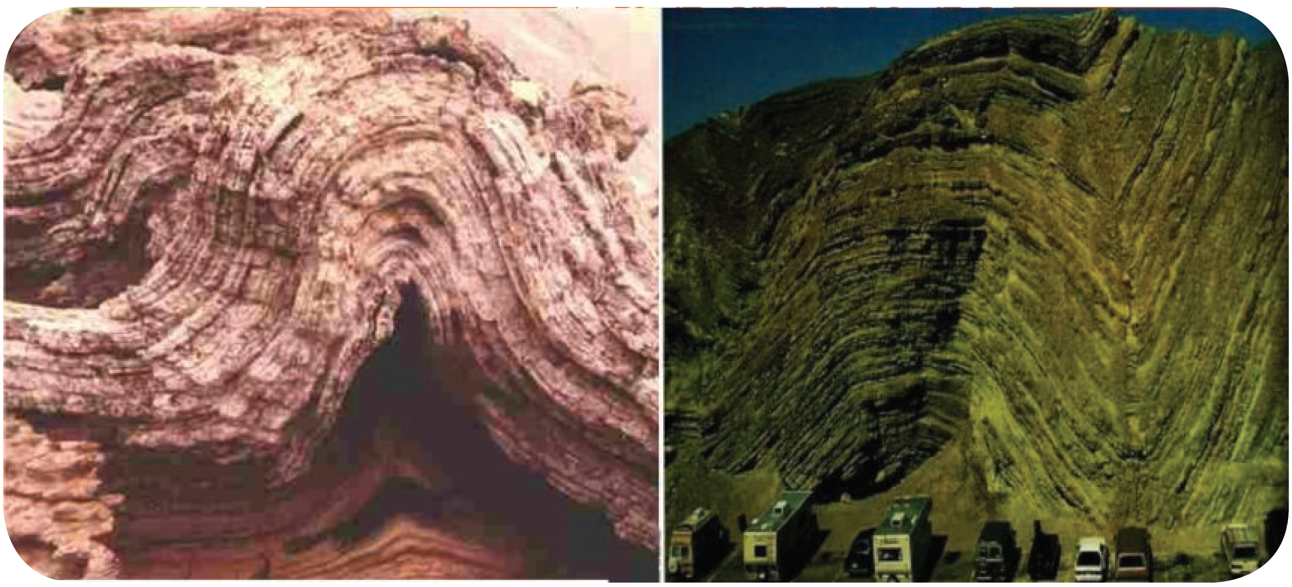
وهناك اماكن شاهقة كما في جبال الهمالايا وزاكروس وطوروس في آسيا والألب في اوربا ، ان اعلى قمة جبلية في العراق هي قمة جبل حصاروست في قضاء جومان.

### القوى المختلفة المؤثرة في الطبقات الصخرية :

هنالك قوى متعددة ومتنوعة من حيث النشأة او الاتجـاه تؤثر في الطبقات الصخرية مكونـة طيات مختلفـة المنشأ ، ومن أهمها :

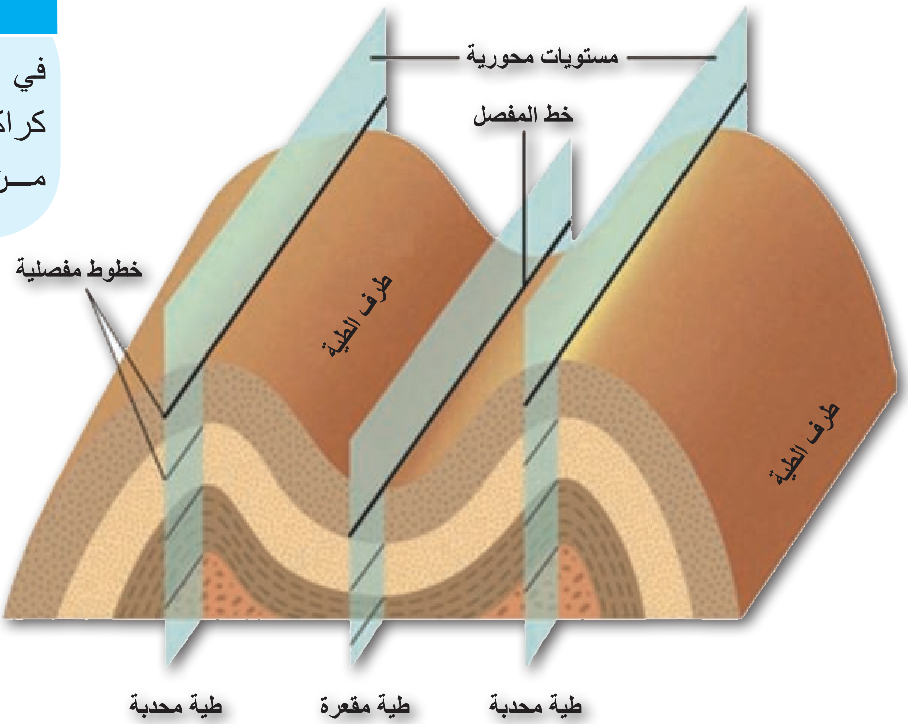
1 - حركة الطي : لتكوين الطيات يجب ان تتوفر قوى ضخمة جداً داخل الارض تعمل على ضغط (كبس) الطبقات الافقية مسببة طيها (كما يحدث للسجادة عندما يتم دفعها باتجاه حائط الغرفة فأنها تتجعّد).

فالجزء المرتفع منها يسمى طية محدبة والجزء المنخفض يسمى طية مقعرة لاحظ الشكل (2-12) وهذا النوع من الطيات يعدّ الاهم، وله عدة تصانيف وله تسميات كثيرة لا مجال لذكرها هنا ويمكن الاطلاع عليها في مراحل متقدمة في هذا المجال.



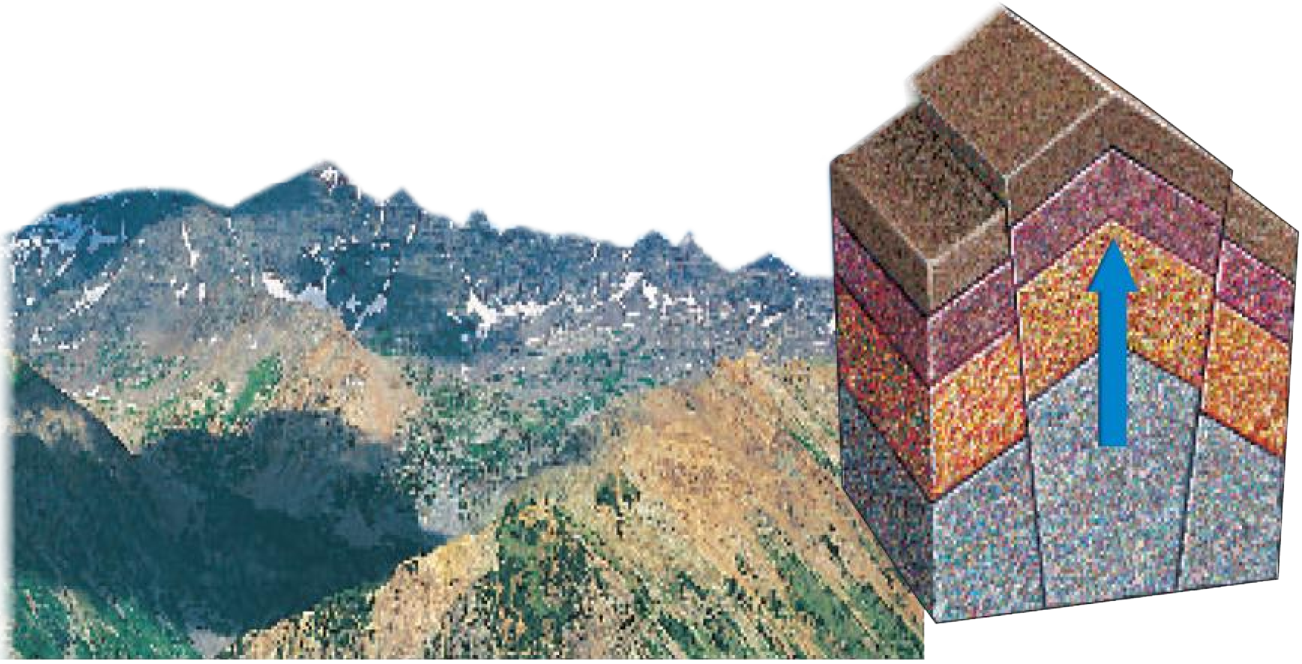
## هل تعلم

في عام 1883 ادى ثوران بركان كراكاتاو الى مقتل اكثر من 360,000 شخص .




الشكل (2-12)
تكون الطيات نتيجة قوة تضاغطية.

2 - حركة الرفع : تتكون المرتفعات عندما تندفع كتلة من قشرة الارض الى الاعلى بواسطة قوى من داخل الارض. وبمرور الزمن فأن الصخور الرسوبية الموجودة في اعلى القشرة الارضية لهذه المنطقة المرتفعة ستصيبها التجوية وتظهر الصخور القوية والمتبلورة الموجودة تحتها مكونة حافات شاهقة كما موضح في الشكل (2 - 13).

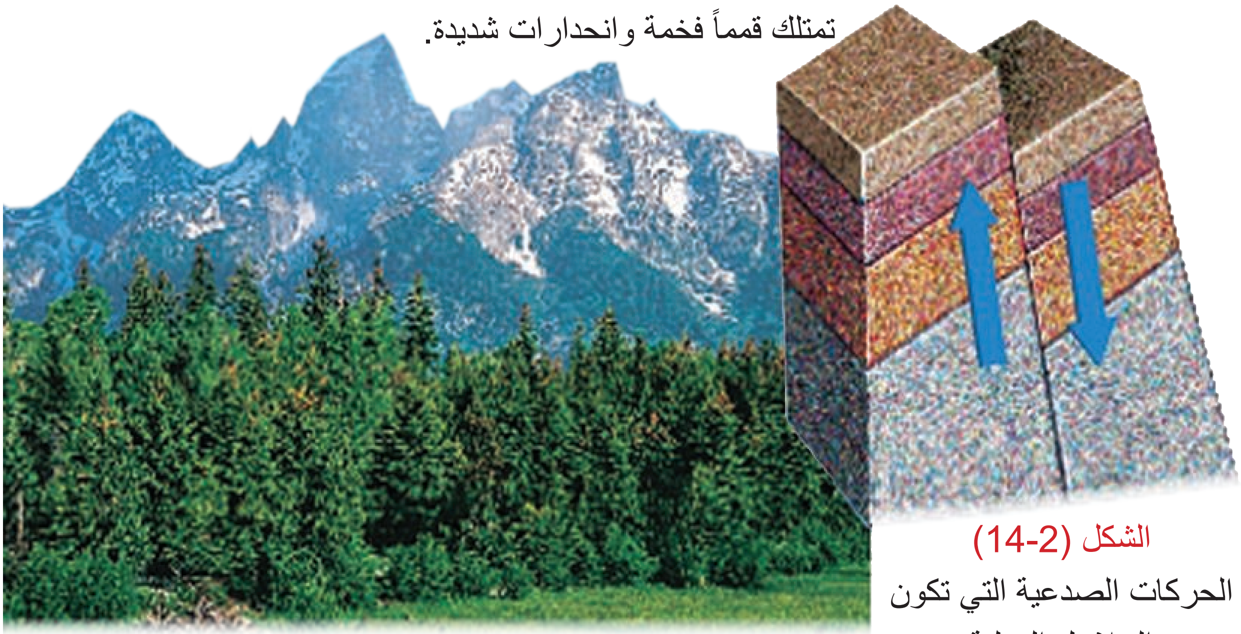


الشكل (2-13)
حركات الرفع التي تكون السلاسل الجبلية

الصدع

وهو كسر كبير يتخلل الجسم الصخري وتحدث عادة حركة عمودية او افقية او كلاهما على امتداده .

3 - حركات صدعية : تتكون المرتفعات عندما تنفصل كتلة صخرية كبيرة مائلة عن الصخور المحيطة بواسطة صدع. هذا الصدع Fault عبارة عن كسر كبير يتخلل الجسم الصخري وتحدث عادة حركة عمودية او افقية او كلاهما على امتداده لاحظ الشكل (2 - 14). ومن خلال الشكل يمكن ملاحظة ان احدى الكتل تندفع الى الاعلى بينما تندفع الكتلة المجاورة الى الاسفل ولذلك فأن المرتفعات الناتجة من هذه القوى الحركية تمتلك قمماً فخمة وانحدارات شديدة.



الشكل (2-14)
الحركات الصدعية التي تكون السلاسل الجبلية

**الصدوع :**

الصدوع

وهي عبارة عن تكسرات تحدث في الصخور مصحوبة بازاحة احد اطرافها او الطرفين معاً.

تتمثل ظاهرة الصدوع Faults بمجموعة من التكسرات في الصخور حدثت على احد جانبيها أو جوانبها إزاحة أو انزلاق بحيث تتحرك الصخور في ذلك الجانـب بالنسبة لنظائرها في الجانب الاخـر ، الكسور التي تحصل في الطبقات الصخرية بدون اي ازاحة تسمى بالتشققات وتكون بشكل مجاميع متوازية ومتقاطعة اعتماداً على اتجاه القوى المسببة لها مصحوبة بازاحة قد لاتتجاوز السنتيمتر الواحد. كما ان هناك صدوع تمتد الى مئات الكيلومترات مصحوبة بازاحات تصل الى عدة كيلومترات، لاحظ الشكل (2-15)



الشكل (2-15)

**اجزاء الصدع :**

متجهة (مضرب) الصدع : اثر وهمي لخط الافق في مستوى الصدع، وهذا الخط يكون عمودياً على اتجاه ميل الصدع .

**ميل الصدع :** هو عبارة عن الزاوية التي يكونها الصدع مع الافق، وبعبارة اخرى هو الزاوية المحصورة بين مستوى الافق مع مستوى الصدع .

**الحائط العلوي :** هوعبارة عن الكتلة او الجزء الواقع فوق مستوى الصدع.

**الحائط السفلي :** هوعبارة عن الكتلة او الجزء الواقع تحت مستوى الصدع

**خط او اثر الصدع :** هو عبارة عن الاثر الذي يتركه الصدع نتيجة تقاطعه مع مستوى الافق .

## نشاط

استعملْ خارطة العالم وشبكة المعلومات الدولية الانترنت لتحديد مواقع البراكين التي أسهمت في تكوين الاراضي الزراعية الخصبة في الوطن العربي .

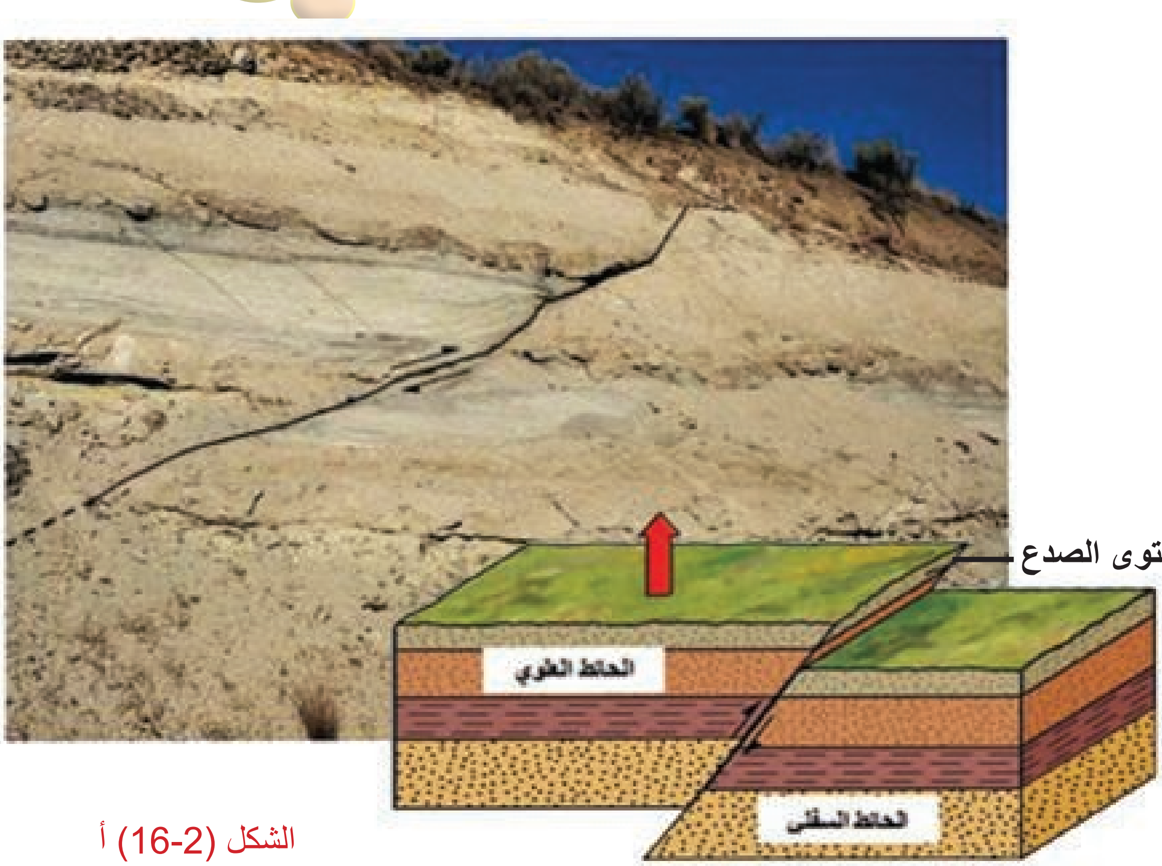
ارسم خريطة لتلك المواقع على لوحة ، وشارك زملاءك في النتائج التي توصلت اليها .

وان تسمية الصدوع تعتمد على الحركة النسبية بين الحائط العلوي والحائط السفلي كما في الشكل (2-16) أ ، ب ، ج ومن اهم الصدوع :

1 - **الصدوع المعكوسة :** تسمى الصدوع معكوسة في حالة تحرك الحائط العلوي الى الاعلى نسبة الى الحائط السفلي سببها القوى الانضغاطية المؤثرة على الطبقات الصخرية لاحظ الشكل (2- 16) أ.

**فكر**

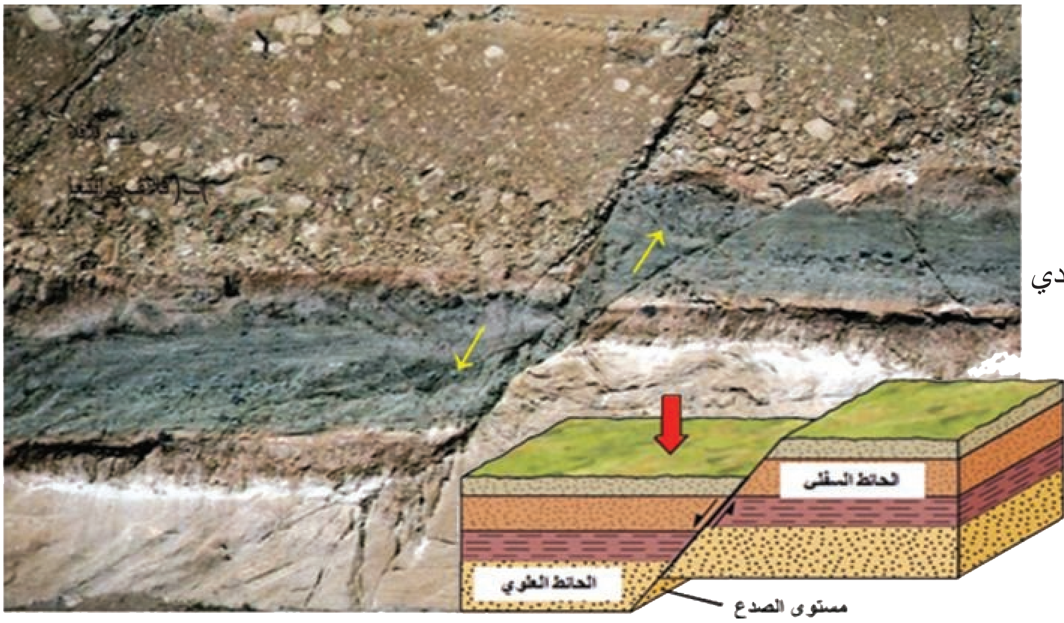
لماذا تقل كمية الطاقة المتحررة والواصلة الى السطح كلما زاد العمق البؤري للهزة ؟




الشكل (2-16) أ

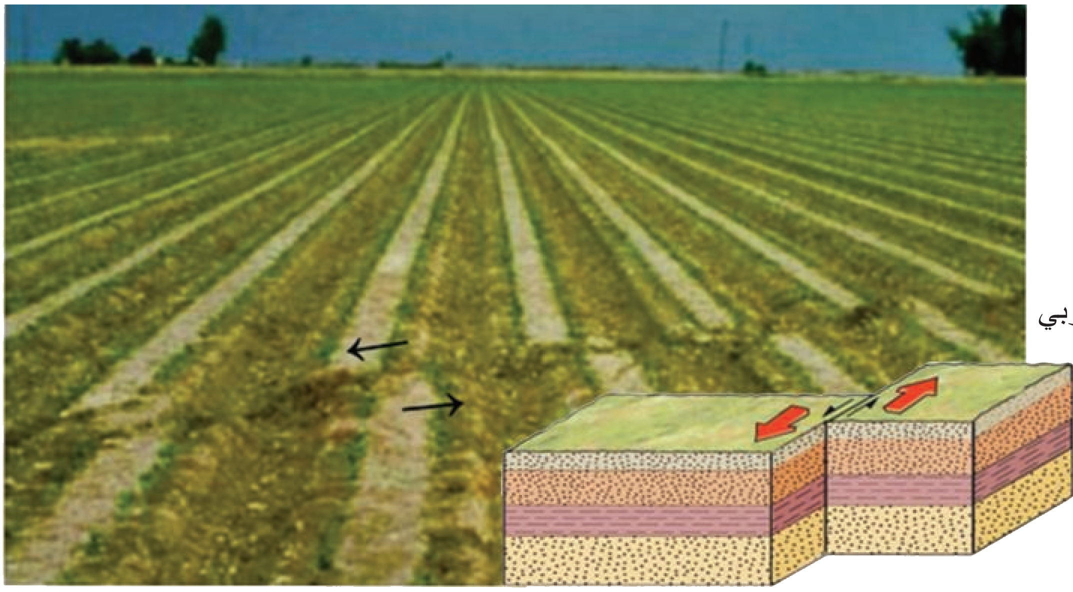
صدع معكوس

2 - **الصدوع الأعتيادية** : تنتج اساساً عن عمليات شد للطبقات الصخرية وتحدث في حالة تحرك الحائط العلوي الى الاسفل نسبة الى الحائط السفلي لاحظ الشكل (2- 16) ب.




(ب) صدع اعتيادي

3 - **الصدوع المضربية** : تسمى الصدوع بهذا الاسم عندما تكون الازاحة بصورة رئيسة موازية لخط المضرب اي تكون افقيــة وموازية لاتجاه الحركة لاحــظ الشكل (2- 16) ج .



(ج) صدع مضربي

الشكل (2-16) أ ، ب ، ج يبين اهم انواع الصدوع المختلفة

## اهمية دراسة التراكيب الجيولوجية :

1 - تعمل التراكيب الجيولوجية مصائد خازنة للنفط والغاز ، وتسمى المصائد التركيبية .

2 - للصدوع اهمية كبيرة كونها تعد مصدراً مهماً للخامات الفلزية ، لذلك فهي دليل مهم يسترشد به في اثناء عمليات الاستكشاف الجيولوجي للبحث عن الخامات المعدنية .

3 - تعد دراسة خواص التراكيب الصخرية واتجاهاتها ذات اهمية كبيرة في اختيار المواقع الهندسية الانشائية كــالجسور والسدود والطرق وغيرها .

4 - تساعد دراسة الصدوع واتجاهاتها في التعرف على المواقع المناسبة لحقن خزانات المياه الجوفية وتغذيتها ، وتساعد في استكشاف مناطق مناسبة لحفر الابار الارتوازية ، وتساعد في دراسة اتجاهات تلوث المياه الجوفية وتحديدها .

# مراجعة الفصل

## المفردات والمفاهيم

**السؤال 1** **املأ الفرغات بما يناسبها ؟**

1. يتكون ............. من صخور صلبة يتراوح سمكها بين (50 - 70) km .
2. أهم انواع الحافات الصفائحية هي ............. و ............. و ............. .
3. تؤدي حركة الصفائح التكتونية الى إحداث ............... .
4. يتكون ............ من فوَّهة بركانية تتصل بقصبة بركانية تعمل على خروج الصهارة .
5. ............. انثناء طبقات الصخر بسبب الاجهاد .
6. اهم انواع الصدوع هي ............... و ................ و ................ .

**السؤال 2** **عرف مايلي :**

( الصدوع ، الجبة الارضية ، الطيات ، البركان ، اللب الداخلي )

## اجابات قصيرة

**السؤال 3** **أجب عمَّا يلي :**

1. ما اجزاء البركان ؟
2. عَّدد انواع الموجات الناتجة عن الهزة الارضية ؟
3. بماذا تتميز الحافات الناقلة ؟
4. ما القوى المؤثرة في الطبقات الصخرية ؟
5. ما الحركات الصدعية ؟

## الافكار الرئيسة

**السؤال 4** **اختر الاجابة الصحيحة لكل مما ياتي :**

1. أين تنشأ السلاسل الجبلية ؟

أ.في مناطق تباعد الصفائح ب.مناطق تقارب الصفائح ج.في سواحل المحيطات د.في وسط القارات

2. يتم تحديد تركيب الكرة الارضية بواسطة :

أ.الموجات الزلزالية الباطنية ب.الموجات الزلزالية السطحية ج.المنحنيات الزلزالية د.الحفر

3. الأعماق التي تتغير فيها فجأة سرعة الموجات الزلزالية تسمى :

أ. إنقطاعات ب.منحنيات زلزالية ج. هوامش نشيطة د.حدود الصفائح

4. البراكين التي توقف نشاطها حالياً تسمى :

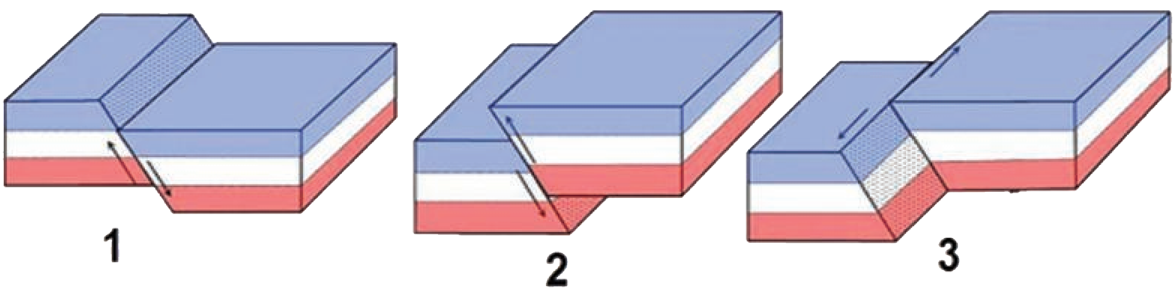
أ.براكين نشيطة ب.براكين خامدة ج.براكين قارية د. براكين بحرية

5. إن نظرية تكتونية الصفائح تفسر أسباب حدوث :

أ. الكسوف ب.الظواهرالجيولوجية الخارجية ج.الظواهرالجيولوجية الباطنية د.التقلبات المناخية

## استعمال الصور والاشكال التوضيحية

**السؤال 5** **إقرأ الصورة في أدناه للإجابة عن الاسئلة :**




1. ماذا تمثل هذه الصورة ؟

2. ما اسم الصدع المقابل لكل رقم ؟

- 1
- 2
- 3

الفصل الثالث

3

# التجوية والتربة



التربة في الغابات تحوي اكبر كمية من المواد العضوية الموجودة في النظام البيئي

## مؤشرات الأداء

- يعرف التجوية وأنواعها.
- يعدد أنواع التجوية الميكانيكية.
- يوضح أنواع التجوية الكيميائية.

## المفردات والمفاهيم

- التجوية
- التجوية الميكانيكية
- التجوية الكيميائية
- القشور الصخرية
- التأكسد
- التكربن
- التميؤ
- الذوبان
- التربة
- التربة المتبقية
- التربة المنقولة
- نطاق سطح التربة
- نطاق تحت التربة
- نطاق الصخور الاساسي
- التعرية
- التعرية الصفائحية

## 1-3 مقدمة

عند عمل حفرة في مكان ما، هل سألت عن اسباب تعدد الوان طبقات التربة؟ وهل لاحظت ان سمك التربة يختلف من مكان الى آخر، وان سمك التربة على سفوح الجبال اقل مما هو عليه في السهول. لماذا؟ وهل لاحظت ان للتربة الواناً وخصوبة مختلفة بحسب موقعها الجغرافي والبيئي.

إن التربة تعرف بدقة لكونها (الجسر الرابط بين الحياة والعالم غير الحي)، فكل الحياة الموجودة من ضمن الغلاف الحياتي للأرض ترجع بوجودها الى العديد من العناصرالمكونة للقشرة الأرضية. فالتربة هي جسم طبيعي يتكون من مواد صلبة (تتضمن المعادن والمواد العضوية) وسوائل وغازات موجودة على سطح الارض بشكل طبقات مختلفة تتميز من طبقة الصخور السفلية التي تعرضت لعمليات تحول او تحرر للطاقة والمادة. وهذه هي عمليات طبيعية مثل التجوية والتعرية والأمطار والفيضانات والأعاصير والزوابع الرعدية، كلها تسهم في تشكيل التربة. إذن فالتجوية والعمليات الأخرى في التربة والنباتات تقوم بالدورالوسيط في تمثيل العناصر الضرورية وجعلها متوفرة للانسان والحيوانات.

التربة هي مصدر ناضب غير متجدد، في الأقل ذلك الجزء من التربة الملائم للزراعة. وان تكوين التربة ليست بالعملية السريعة بل هي سلسلة من العمليات البطيئة جداً. لذا محافظتنا على التربة هو واجب انساني وحضاري لديمومة حياتنا وحياة الأجيال القادمة .

## 2-3 التجوية (Weathering)

وتشمل جميع العمليات التي تؤدي الى تفكك الصخر وتحلله. ان جميع انواع الصخور تكون معرضة لعمليات التجوية سواء كانت هذه الصخور نارية اومتحولة او رسوبية قديمة. وتتم عمليات التجوية بواسطة الرياح والمياه العذبة او المالحة والجليد وفعل الكائنات الحية. وتسبب هذه العمليات تفتيت الصخر وتحلله تبعاً لنوع العمليات التي تقوم بها. وقد ينتج عن تجوية الصخر الاصلي ان يتم تكسير الصخر دون ان يتغير التركيب الكيميائي ويسمى بالتجوية الميكانيكية (الفيزيائية) (Mechanical Weathering)، اما اذا تم تغيير التركيب المعدني لبعض او كل مكونات الصخر فيسمى بالتجوية الكيميائية (Chemical Weathering).

**التجوية**

وهي جميع العمليات التي تؤدي الى تفكك الصخر وتحلله، سواء كانت هذه الصخور نارية اومتحولة او رسوبية قديمة.

## (1-2-3) التجوية الميكانيكية :

ويقصد بها تفكيك الصخر الى مفتتات صغيرة الحجم دون ان يتغير تركيبه المعدني، لذلك يطلق عليها اسم التجوية الفيزياوية، وتسود عمليات التجوية الميكانيكية في المناطق التي تضعف فيها العوامل الكيميائية مثل المناطق شديدة الجفاف اوشديدة البرودة.

**التجوية الميكانيكية**

وهي عملية تفكيك الصخر الى مفتتات صغيرة الحجم دون ان يتغير التركيب المعدني للصخر.

### ومن اهم عمليات التجوية الميكانيكية ما يلي :

1 - تعرض أسطح الصخور الى درجات الحرارة المتغيرة يومياً او فصلياً مما يؤدي الى عمليات التمدد والأنكماش البطيئة والمتكررة للمعادن المكونة للصخور، وبسبب اختلاف المعادن في خواصها الفيزياوية فأن كل معدن سيتمدد بطريقة ودرجة حرارة خاصة تميزه، كما انه سينكمش ايضاً بطريقته الخاصة عندما يبرد سطح الصخر في اثناء الليل او خلال الايام الباردة.وسيؤدي استمرار هذا التمدد والأنكماش الى تقشر الأجزاء العليا من الصخر في هيئة قشور صخرية (Exfoliation)، وتزداد هذه القشور من سطح الصخر الى باطنه بتكرارعملية التمدد والأنكماش وتكثر هذه الظاهرة في المناطق الصحراوية لاحظ الشكل (3-1).

**التجوية الكيميائية**

وهي عملية تفتيت الصخر وتحلله، نتيجة لتكسير الصخر الاساسي مع تغيير في التركيب المعدني للصخر.

**القشور الصخرية**

وهي ما ينتج عن تقشر الأجزاء العليا من الصخربعد تعرض أسطحها الى درجات الحرارة المتغيرة يومياً او فصلياً.



الشكل (3-1)
قشورصخرية تنتج عن التعرض لاختلاف في درجات الحرارة.

2 - تعرض سطوح الصخور للبرودة الشديدة في المناطق الباردة في اثناء الليل او خلال الأيام الباردة، فأن ذلك قد يؤدي الى تجمد المياه داخل فتحات الشقوق الصخرية او بين المسامات والفجوات الحبيبية، ونظراً لأن الماء يزداد حجمه عند تجمده، فأنه سيؤدي الى تحطم الصخر وإتساع فجواته وتفكك جزيئاته باستمرار العملية. وتزداد عملية التجمد في المناطق شديدة البرودة والمناطق الجبلية كما موضح الشكل (3-2) .



الشكل (3-2)
تعرض سطوح الصخور للبرودة الشديدة.

## هل تعلم

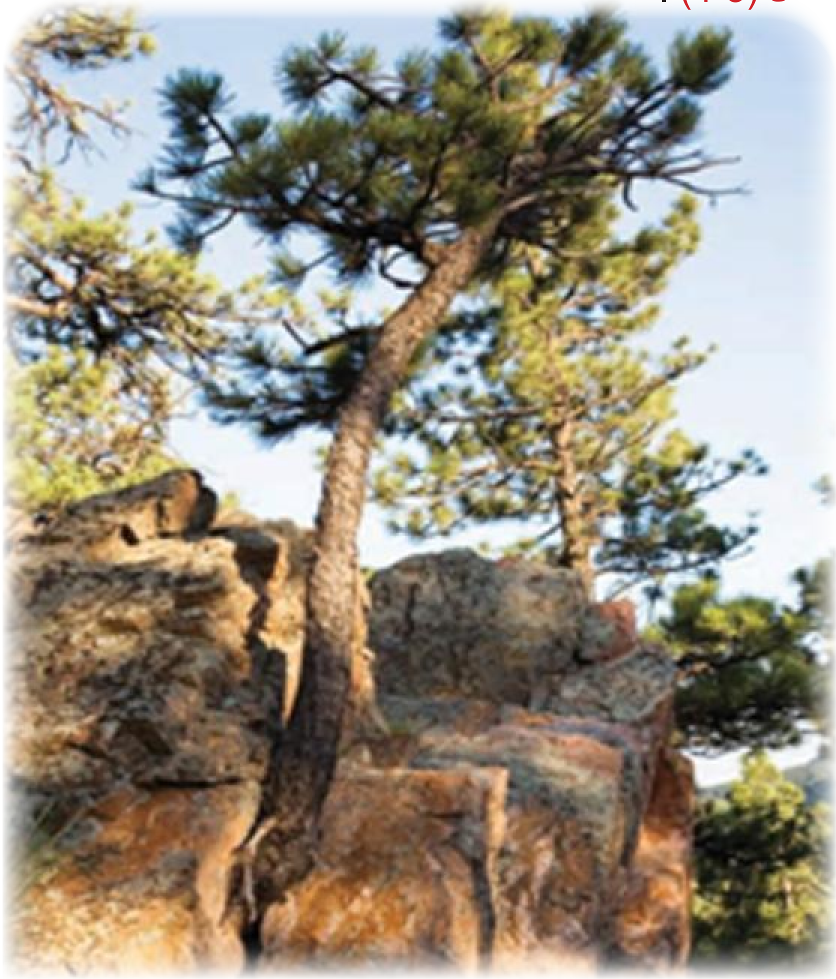
ان المعدن الشائع الوحيد الذي يقاوم بشدة كلتا عمليتي التجوية الميكانيكية والكيميائية هو معدن الكوارتز .
(معدن مكون من السليكا $SiO_2$)

3 - إزالة الحمل (Unloading)، إذ ان الصخور في الطبيعة تكون مرتبة بشكل طبقات بعضها فوق بعض. والطبقات العلوية تعمل بثقلها على ضغط الطبقات السفلى. فاذا ازيلت كميات كبيرة من الصخور العلوية فسيؤدي ذلك الى تقليل الضغط المسلط على الطبقات السفلية، التي ستقوم بدورها باحداث التوازن تحت الظروف الجديدة، على هيئة تصفحات (Sheeting) وشقوق متقاربة مما يسهل من عمليات تفتيت الصخر، لأنها في هذه الحالة تكون مستويات ضعف في الصخر لاحظ الشكل (3-3) .



الشكل (3-3)
إزالة الحمل عن الصخور

4 - التأثير الميكانيكي للكائنات الحية يلعب دوراً مهماً في عمليات التجوية الميكانيكية ، فالنباتات تمد جذورها داخل الصخور والتربة ، الأمر الذي يعمل على توسيع الشقوق وانفلاق الصخور وانشطارها لاحظ الشكل (3-4) .



الشكل (3-4)
تأثير جذورالنباتات في احداث الشقوق في الصخور.

كما تقوم ديدان الارض والنمل والأحياء الأرضية الاخرى على تفتيت الصخور تحت سطح الأرض، وذلك بتهيئة مسالك لتحركها بين الصخور كما موضح في الشكل (3-5)، كما ان ديدان الأرض تبتلع كميات كبيرة من التربة عند تهيئة هذه المسالك مما يؤدي الى تفكك الصخرميكانيكياً.



الشكل (3-5)
تأثير النمل في تفتيت الصخور.

**معلومة علمية**

يتصحر من سطح الارض سنوياً 60000 $km^2$



5 - إنزلاق الصخور يحدث عندما تتغلب القوى الناتجة عن فعل جاذبية الأرض (وزن الكتل المنزلقة) على القوى المسببة للإتزان . وقد يكون الإنزلاق مفاجئاً كما هو الحال في إنزلاق كتل الصخور الصلبة. وفي هذه الحالة تنفصل الكتلة المنزلقة عـن باقي الصخور عند أسطح إنزلاق محددة . وفي حالة إنزلاق الكتل الطينية فيكون الإنزلاق تدريجياً فتتناقص قوى الإتزان حتى تستطيع الأوزان المسببة للإنزلاق ان تتغلب على هذه القوى، وفي مثل هذه الحالات لا توجد أسطح محددة للإنزلاق . وفي جميع هذه الحالات تعمل عمليات إنزلاق الصخور على تفتيتها ميكانيكياً بشكل حطام صخري أسفل المنحدرات في المناطق الجبلية لاحظ الشكل (3-6) .



الشكل (3 - 6) أنزلاق الصخورعلى جوانب الطرق.

**(3-2-2) التجوية الكيميائية :** ويقصد بها تحلل الصخر الأصلي وتحويل بعض مكوناته المعدنية الى مركبات اخرى قد لا تكون مختلفة الشكل والتركيب عن حالتها الاصلية. وبمعنى آخر هي العلاقة الكيميائية المتبادلة بين الغلاف الجوي والغلاف المائي وبين التكوين الصخري لأسطح المناطق المختلفة من القشرة الأرضية. فالغلاف الجوي يتكون من بخار الماء وغازات الأوكسجين وثنائي أوكسيد الكاربون والنتروجين وغيرها. وجميع هذه المكونات ذات نشاط كيميائي فعال على الصخور المختلفة . أما الغلاف المائي فيتكون من العديد من الأملاح والأحماض التي تتفاعل مع الصخور وتعمل على تحليلها. وعمليات التجوية الكيميائية، ليست مستقلة بذاتها، ولكن مما يساعد على زيادة نشاطها العمليات الفيزيائية التي سبق ذكرها.

ومن أهم عمليات التجوية الكيميائية هي :

التأكسد

وهي عملية اتحاد غاز الأوكسجين مع العناصر والمركبات المكونة لمعظم صخور القشرة الأرضية .

1 - التأكسد (Oxidation) : عبارة عن اتحاد غاز الأوكسجين مع العناصر والمركبات. ومن المعروف ان معظم صخور القشرة الأرضية تتكون من معادن يدخل عنصرالحديد في تركيبها الكيميائي في هيئة سليكات حديد ومغنسيوم. لذلك فأن عملية تأكسد هذه الصخور يؤدي الى تكون اكاسيد حديد بكثرة على أسطحها، مما يجعل لونها أحمر او أسود كما مبين في الشكل (3-7) .



الشكل (3-7)

التأكسد في الصخور الحاوية في تركيبها على عنصر الحديد.

التكربن

وهي عملية تكوين الكاربونات او البيكاربونات نتيجةً لسقوط مياه الأمطار الحامضية الناتجة عن تفاعل مياه الأمطار مع ثنائي أوكسيد الكاربون.

2 - التكربن (Carbonation) : من المعروف ان الهواء يحتوي على نسبة كبيرة من غازثنائي أوكسيد الكاربون. لذلك فأن معظم مياه الأمطار تكون حامضية، وذلك لوفرة حامض الكاربونيك بها نتيجة تفاعل الماء مع ثنائي اوكسيد الكاربون. وعند سقوط مياه الأمطار على بعض الصخورالتي تحتوي على القواعد (مثل اوكسيد الكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم) فأنه يتفاعل معها مكوناً الكاربونات او البيكاربونات كما مبين في الشكل (3-8). ومن امثلة عملية التكربن، تأثير حامض الكاربونيك في الصخورالكلسية لتكوين بيكاربونات الكالسيوم التي هي سهلة الذوبان في الماء، الامرالذي يؤدي الى تفتيت الصخور كلسية الأصل. لهذا نرى الكثيرمن المغارات والكهوف داخل هذه الصخور نتيجة هذا التفاعل والموضح في الشكل (3-9).





الشكل (3-8) التكربن بفعل الأمطار الحامضية

الشكل (3-9) التكربن في الكهوف

التميؤ

وهي عملية اتحاد الماء مع بعض المعادن مكوناً ما يسمى بالمعادن المائية. مما يؤدي الى تحلل الصخور الحاوية على مثل هذه المعادن.

3 - التميؤ (Hydration) : وهي عملية اتحاد الماء مع بعض المعادن مكوناً ما يسمى بالمعادن المائية. فمعادن السليكات او الأكاسيد تتحول نتيجة تميؤها الى سليكات مائية او أكاسيد مائية. ومن اهم عمليات التميؤ في الصخور النارية، هو تحلل معدن الفلدسبار الغني بالبوتاسيوم (الأورثوكليز) الموجود بكثرة في معظم الصخور النارية، وكنتيجة لهذا التفاعل، ظهور معدن الكاؤولين وهو احد المعادن الطينية ومعدن الكوارتز (الرمل). ومن هذا التفاعل يظهر لنا مصدر الصخور الرملية والطينية التي تنتج عن تحلل الصخور النارية الحاوية على المعادن السليكاتية.

ومن الأمثلة الاخرى لعملية التميؤ، تحول معدن الأنهيدرايت الى معدن الجبس تبعاً للمعادلة الاتية :

$$CaSO_4 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4 . 2H_2O$$

أنهيدرايت — الجبس

الذوبان

وهي عملية إذابة معادن صخور القشرة الأرضية القابلة للذوبان في الماء ونقلها نتيجة لحركة المياه السطحية او الجوفية عليها.

4 - الذوبان (Solution): نتيجة لحركة المياه السطحية او الجوفية، ومرورها على صخور القشرة الأرضية، فأنها تقوم بإذابة المعادن القابلة للذوبان في الماء ونقلها. وكثيراً ما تكون هذه المياه مختلطة ببعض الأحماض العضوية وغير العضوية، مما يزيد من قوة اذابتها للمعادن المختلفة. كما نشاهد في اذابة مياه الأمطار لصخور الحجر الجيري المبين في الشكل (3-10).



الشكل (3-10)
الإذابة في الصخر الجيري.

فكر
على ماذا يعتمد
تصنيف التربة
زراعياً ؟

5 - العوامل العضوية (Organic Agents) : التأثير الكيميائي للكائنات الحية سواء كان نباتياً او حيوانياً ينتج من وجود المياه بهذه الكائنات، والذي يعمل على زيادة الرطوبة بالصخور وقد يساعد ذلك على زيادة تأثير الأحماض المذابة. وكذلك ينتج عن تحلل النباتات ازدياد نسبة الأحماض العضويـة التي تساعـد علـى تحلل الصخورلاحظ الشكل (3-11).



الشكل (3-11)
تأثير الحوامض العضوية

## مؤشرات الأداء

- يعرف التربة وتصنيفاتها المختلفة.
- يفهم المقطع الجانبي للتربــة.
- يتعرف الى أنواع التربـة.

## 3-3 التربة (Soil)

إذا ما اعتبرنا الأرض كنظام بيئي متكامل، يتكون من الغلاف الصخري والغلاف الغازي والغلاف المائي والغلاف الحياتي. فالتربة هي المادة التي تتكون كاستجابة للتفاعلات البيئية المعقدة التي تحدث في أجزاء مختلفة من هذا النظام البيئي الأرضي. ومع الزمن، فان التربة تتطور تدريجياً الى حالة من التوازن مع البيئة، فعند حدوث اية تغيرات مناخية او في الغطاء النباتي او الفعاليات الحيوانية والانسانية، فأن التربة تستجيب لذلك بتغيرات تدريجية لخواصها لحين الوصول لحالة جديدة من التوازن.

يطلق لفظ الوشاح الصخري على الحطام الصخري او الطبقة السطحية المفككة الناتجة عن عوامل التجوية الميكانيكية اوالكيميائية للصخور الأصلية. ويتدرج الوشاح الى الاسفل، من حيث مكوناته المعدنية والكيميائية حتى يصل الى الصخور الاساسية (Bed Rocks). والجزء العلوي من هذا الوشاح يعرف بالتربة (Soil)، أما الجزء الأسفل له فيعرف باسم تحت التربة (Sub-Soil)، الذي يتكون من مواد صخرية متفككة ومتحللة جزئياً ويقع بين التربة والصخور الاساسية .

**التربة**

هي الطبقة السطحية المفككة الناتجة عن عوامل التجوية الميكانيكية والكيميائيــة للصخـــور الأصليــة. وتتكون التربة من المواد المعدنية والعضوية .

والتربة هي الطبقة العليا المفككة من القشرة الارضية او الوشاح الصخري التي يهتم بها الانسان من الناحية التطبيقية. وتتكون التربة من المواد المعدنية الدقيقة المفككة بالاضافة الى بعض المواد العضوية المتحللة التي تسمى بالدبال كما تحتوي على بعض النباتات والبكتريا. وبالرغم من كون الاملاح المعدنية جزء من التربة انها أكثر اهميةً من المواد العضوية، ولكن الدبال يحسن قابلية التربة لابقاء الماء فيها. وتساعد الحشائش والشجيرات والحيوانات الحافرة والديدان على خلط التربة وتقليبها ومن ثم تعريض موادها الى سطح الارض. ومن ثم تأخذ التربة شكلاً اسفنجياً ذا مسامات، مما يساعد على تخلل المياه والهواء والاحتفاظ بهما. وبذلك تصبح التربة جيدة وصالحة زراعياً.

### هل تعلم

ان معظم الترب في العراق تحوي على نسب عالية من الجبس او الكلس، وهي غالباً ما تكون ضحلة جداً، كما أنها تحدد نوع النبات الذي ينمو بنجاح فيها.

**وتنقسم التربة من حيث مكان تراكمها بالنسبة للمصدر الصخري على :**

1 - تربة متراكمة في مكان نشأتها فوق الصخور التي نشأت منها وتسمى بالتربة المتبقية (Residual Soil)، وهي تشبه المصدر الصخري من ناحية التركيب المعدني، كما انها تتبع في حجم الحبيبات ودرجة التحلل بينهــا وبين الاســاس الصخري وتكون ذات سمـــك بسيط كمـــا مبين في الشكل (3-12).

**التربة المتبقية**

وهي تربة متراكمة في مكان نشأتها فوق الصخورالتي نشأت منها وهي تشبهها من ناحية التركيب المعدني.




الشكل (3-12) التربة المتبقية

2 - تربة تتراكم فوق اساس صخري لم تنشأ منه، وتسمى بالتربة المنقولة (Transported Soil)، حيث يكون مصدرها الصخري بعيداً ولكن عوامل النقل المختلفة هي التي نقلت الفتات ورسبته في المكان الجديد. ومن امثلتها تربة نهري دجلة والفرات ووادي النيل فهي منقولة بالمياه لاحظ الشكل (3-13) . وتربة اللوس (Loess) التي تنقل بالريح بشكل حبيبات ناعمة جداً ثم تترسب في مكان آخر بفعل الامطار او قلة سرعة الرياح.

**التربة المنقولة**

وهي تربة تتراكم فوق اساس صخري لم تنشأ منه، حيث يكون مصدرها الصخري بعيداً ولكن عوامل النقل المختلفة هي التي نقلت الفتات ورسبته في المكان الجديد .




الشكل (3-13)
التربة المنقولة

لاحظ ان الترسبات الناتجة عن العواصف الترابية الصفراء التي تهب على العراق احياناً هي ذات حبيبات ناعمة جداً، وتترسب بعد سقوط الأمطار او توقف الرياح على هيئة تربة صفراء تسمى تربة اللوس (Loess Soil) كما مبين في الشكل ( 3-14).



الشكل (3-14) عاصفة ترابية صفراء

**نشاط**

اهمية الدبال

1. املأ وعائين فخاريين أحدهما بالتربة فقط ، والآخر بالتربة الممزوجة بالدبال (البتموس) .
2. أسقِ الوعائين بكمية متساوية من الماء.
3. لاحظ بقاء الماء طويلاً على سطح التربة في الوعاء الأول قبل امتصاصه من التربة .

النتائج

1. تمتص التربة الممزوجة بالدبال الماء مباشرةً.
2. للدبال اهمية في زيادة خصوبة التربة .

**حقيقة علمية**

ان عملية تكوين سنتيمتر واحد من نطاق سطح التربة تحتاج غالباً بين (80 – 400) سنة.

## (3-3-1) المقطع الجانبي للتربة (Soil Profile)

عند عمل مقطع عمودي داخل الطبقات، فأنه يمكن تمييز ثلاث نطاقات رئيسة في التربة المتبقية، وهذه النطاقات هي كما يلي من الأعلى الى أسفل كما مبين في الشكل (3 - 15) :

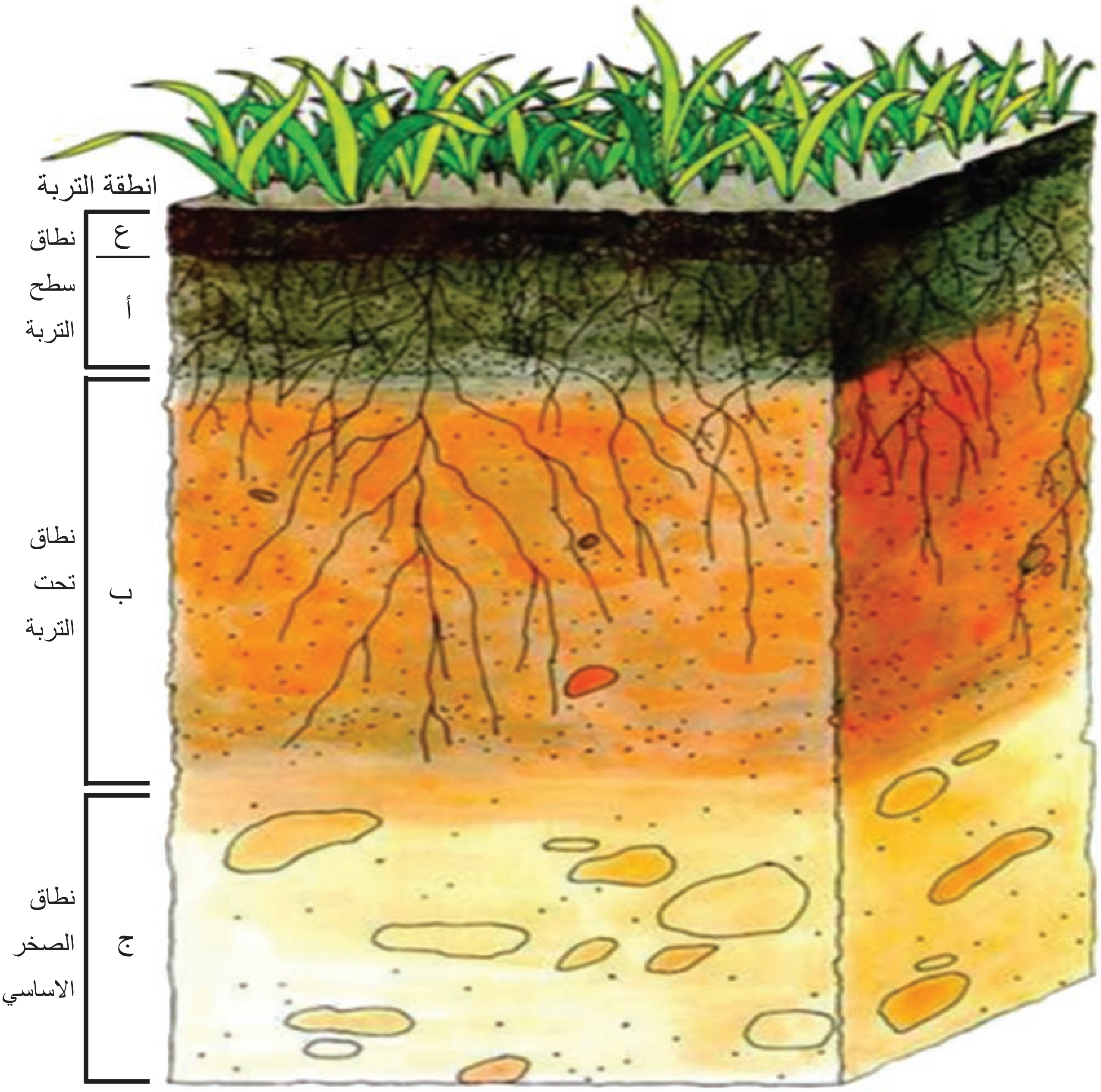
نطاق سطح التربة

هو المنطقة العلوية من التربة، ويتراوح في السمك من 50-20) cm) .

1 - نطاق سطح التربة (Top Soil): ويمثل المنطقة العلوية من التربة، ويتراوح في السمك من(20-50)cm. ويتكون من مواد عضوية تتمثل بالنطاق (ع) ومواد مفتتة تتمثل بالنطاق (أ) تكونت نتيجة لنمو جذور النباتات ونمو الحيوانات. ويفقد هذا النطاق حبيباته الدقيقة ومواده القابلة للذوبان بواسطة المياه السطحية. وتقوم هذه المياه بغسل هذا النطاق وحمل ما به من املاح ومواد دقيقة الى النطاق (ب) تحت التربة.

2 - نطاق تحت التربة (Sub - Soil) او النطاق (ب): ويقع اسفل نطاق سطح التربة وفوق الصخر الاساسي مباشرة ويتدرج اليه ولذلك يسمى بالنطاق الانتقالــــي (Transition Zone) ، ويتراوح سمكـه بيـــن cm (20-120)، ويتكون من المعادن الطينية الدقيقة والاملاح التي تترسب والتي غُسلت من نطاق سطح التربة كما يتكون من معادن الصخر الاساسي المقاومة للتحلل مثل الكوارتز. ويتميز هذا النطاق بإحتوائه على المياه الجوفية، كما انه لا يحتوي على مواد عضوية.

نطاق تحت التربة هو النطاق الذي يسمى بالنطاق (ب) الذي يقع اسفل نطاق سطح التربة وفوق الصخر الاساسي مباشرة ويتراوح سمكه بيـن cm (20-120)، ويتكون من المعادن الطينية والاملاح .




الشكل (3-15) المقطع الجانبي للتربة

نطاق الصخر الاساسي

هو النطاق الذي يسمى بالنطاق (ج) والذي يقع مباشرة على الصخر الاساسي. ويتشابه بالتركيب المعدني والتركيب الكيميائي للصخر الاساسي.

3 - نطاق الصخر الاساسي (Bed Rocks) او النطاق (ج) : يقع هذا النطاق مباشرة على الصخر الاساسي او بمعنى آخر هو السطح العلوي للأساس الصخري نفسه. ويمثل أولى مراحل تجوية الصخر الاساسي وتحلله. ويتكون من صخور مفتتة جزئياً. ويتشابه في جميع خواصه من ناحية حجم الحبيبات والتركيب المعدني والتركيب الكيميائي مع الصخر الاساسي .

إن بعض انواع التربة قد لا تحوي على النطاق (ع) بسبب سرعة تحلل المواد العضوية كما في الغابات الأستوائية المطيرة، او قد يكون النطاق (ع) رقيقاً جداً كما في الصحاري.

### (3-3-2) انواع التربة :

سبق ان قسمنا التربة على تربة متبقية وأخرى منقولة تبعاً لوضعها بالنسبة الى المصدر الصخري، وتصنف من الناحية الهندسية اعتماداً على خواصها الهندسية المتعلقة بدعم الأنشاءات ومواد البناء ومدى تحملها وقوتها الى ثلاثة أقسام :

1 - تربة خشنة الحبيبات : مثل الرمال والحصى لاحظ الشكل (3 -16)، وهي تربة لها قوة احتكاكية مع انعدام في التماسك ولها درجة نفاذية عالية. وتسبب هذه الخواص بعض المتاعب الإنشائية خاصة اذا كانت حاملة للمياه الجوفية. ويمكن معالجتها بحقنها بالأسمنت وتصليبها بالطرق الكيميائية او خفض مستوى المياه الجوفية فيها.إن هذه التربة اثبتت صلاحيتها الكبيرة في استعمالها كأساسات للطرق بعد خلطها بالأسمنت او القار.



الشكل (3-16)

تربة خشنة الحبيبات مكونة من الرمل والحصى.

## نشاط

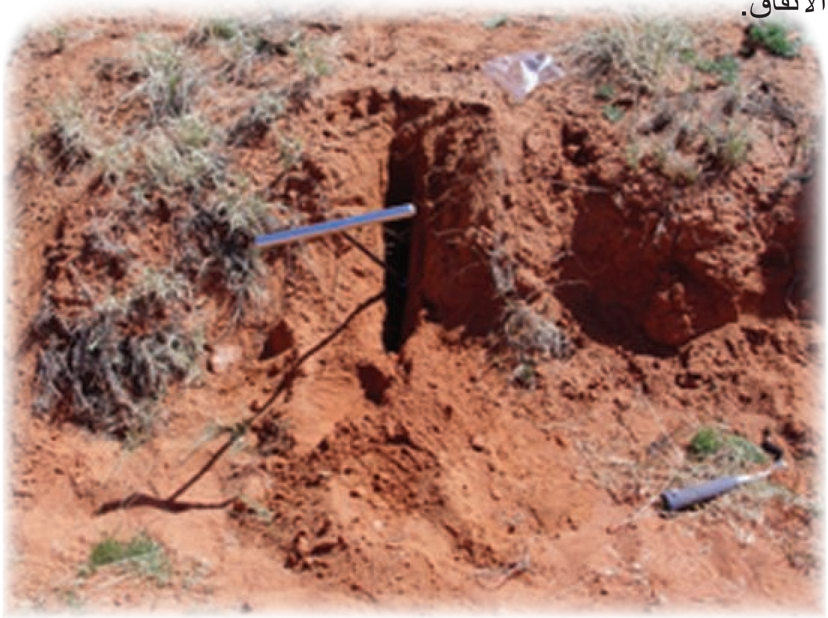
مقطع للتربة

1. احفر حفرة في حديقة منزلك او المدرسة او في البستان لعمل مقطع في التربة .
2. شاهد النطاقات الظاهرة وارسمها وحدد سمك كل نطاق وقارنه مع الأنموذج المثالي لمقطع التربة.

النتائج

1. هل هذه التربة منقولة أو متبقية؟
2. ما نوع التربة هندسياً ؟ وما نوعها زراعياً؟

2 - تربة ناعمة الحبيبات : مثل الغرين والطين لاحظ الشكل (3-17) ، إذ ان هذه التربة تواجه بعض الصعوبات الهندسية في حالة كونها غير متماسكة مما يجعل قوة تحملها منخفضة ويزيد من ضغطها على الدعامات الخشبية او الحجرية وهذا يستبعد استعمالها في الجسور والأنفاق. أما في حالة كون الطين متماسكاً ومتصلباً ، فأنه يتحمل الضغط العالي المسلط عليه، ولكن وجود الشقوق الصغيرة العديدة في هذه التربة الطينية المتصلبة يعدّ من الصعوبات التي تواجه المهندسين لأنها تؤثر في الخواص الميكانيكية للتربة وتؤدي الى الأنزلاق في الأنفاق.



الشكل (3-17)
تربة ناعمة الحبيبات مكونة من الغرين والطين.

3 - تربة غنية بالمواد العضوية (Peat) : وهي أخطر انواع التربة في الأعمال الهندسية ، إذ تتعرض المباني التي تقام على مثل هذه التربة الى التصدع والأنهيار اذا ما انتابتها عوامل الجفاف وادت الى انكماشها. لاحظ الشكل (3-18) ولتفادي أخطار هذه التربة، فالحل الوحيد هو بإزالة طبقاتها من المنطقة أو تثبيتها بدك الدعامات خلالها حتى ترتكز على تربة أشد صلابة منها.



الشكل (3-18)
تربة غنية بالمواد العضوية.

### هل تعلم

أن التربة في بعض الأحيان تدفن وتحفظ لحقب زمنية طويلة، وتسمى عندئذٍ بالتربة القديمة(Paleosols)،والتي عند ظهورها لاحقاً على سطح الأرض تكون مهمة للدلالة على حالة المناخ القديم وطبيعة شكل سطح الأرض قبل ملايين السنين.

### معلومة علمية

القمامة التي تدفن تحت الارض ، والنفايات التي تطمر في الأماكن غير المخصصة لها تسهم في تلوث التربة.

وتصنف التربة زراعياً ايضاً، اعتماداً على تكوينها الكيميائي والمعدني أو احوالها المناخية الى :

1 - التربة الشهباء (Pod Soil): وهي تربة تتكون اساساً من السليكا مع بعض سليكات الألمنيوم، وتتميز بلون أشهب او رمادي فاتح او ابيض تقريباً. وتوجد هذه التربة في المناطق الرطبة الباردة مثل روسيا وشمال اوربا لاحظ الشكل (3-19).



الشكل (3-19) التربة الشهباء

2 - التربة السمراء او البنية (Brown Soil): وهي التربة الغنية بمعادن الطين وأكاسيد الحديد مع بعض المواد العضوية، وتتميز بلونها الأسمر والبني الأدكن. وتكثر في المناطق المعتدلة مناخياً من شمال غرب أوربا لاحظ الشكل (3-20).



الشكل (3-20)
التربة السمراء او البنية

3 - التربة الحمراء (Laterite) : وهي التربة الغنية بأكاسيد الحديد المائية مع أكاسيد الألمنيوم المائية. وتكثر في المناطق الرطبة ذات المناخ الحار. وتمتاز باللون الاحمر او البني وذلك لوجود أكاسيد الحديد المائية. وبسبب الزيادة العالية لنسبة أكاسيد الحديد في مثل هذه التربة، يمكن استغلالها كخام للحديد لاحظ الشكل (3-21). وقد يوجد نوع آخر من هذه التربة إذ تكون فقيرة بأكاسيد الحديد، ولكنها غنية بأكاسيد الألمنيوم المائية بنسبة عالية، ولذلك تستعمل كمصدر لخام الألمنيوم (البوكسايت) كما مبين في الشكل (3-22).



الشكل (3-21) التربة الحمراء



الشكل (3-22) تربة البوكسايت

4 - التربة السوداء (Black Earth): وهي التربة الغنية بالأملاح والمواد العضوية التي تصل نسبتها الى 10%. وتوجد في المناطق شبه الصحراوية مثل شمال افريقيا وروسيا كما يوضحه الشكل (3 - 23).



الشكل (3-23)
التربة السوداء

## (3-3-3) العوامل المؤثرة في تكوين التربة

**أن أهم العوامل المؤثرة في تكوين التربة تتلخص في الآتي :**

1 - الصخر الأساسي (Bed Rocks): تؤثر الصخور الأصلية بشكل مباشر في نوعية التربة المتكونة وطبيعتها. فمثلاً تكون التربة المتكونة من الصخور المتحولة الكوارتزايت (Quartzite) او الأردواز (Slate) غير سميكة، كما ان انطقة التربة لا تتمثل بشكل واضح وعلى العكس تكون التربة المكونة فوق الحجرالرملي النفاذ او الصخر الناري (البازلت) النفاذ سميكة. وفي الحالة الاولى لا تحتوي التربة على كمية كبيرة من المعادن الطينية. اما التربة المتكونة فوق البازلت فتكون دكناء اللون حمراء نتيجة تأكسد الحديد المستخلص من البازلت.

2 - المناخ (Climate): يحدد المناخ سرعة عملية التجوية كما يحدد نوعية النباتات الموجودة في المنطقة. وهذه العوامل تؤثر في نوعية التربة الناتجة، فمثلاً الجو الرطب يساعد على تكوين التربة في وقت قصير نسبياً، ووجود النباتات يزيد من نسبة ثنائي اوكسيد الكاربون في التربة وزيادته تعني زيادة حامض الكاربونيك الذي يحلل قسماً من المعادن. هذا بالاضافة الى ان درجات الحرارة العالية تسرع من عملية التبخر.

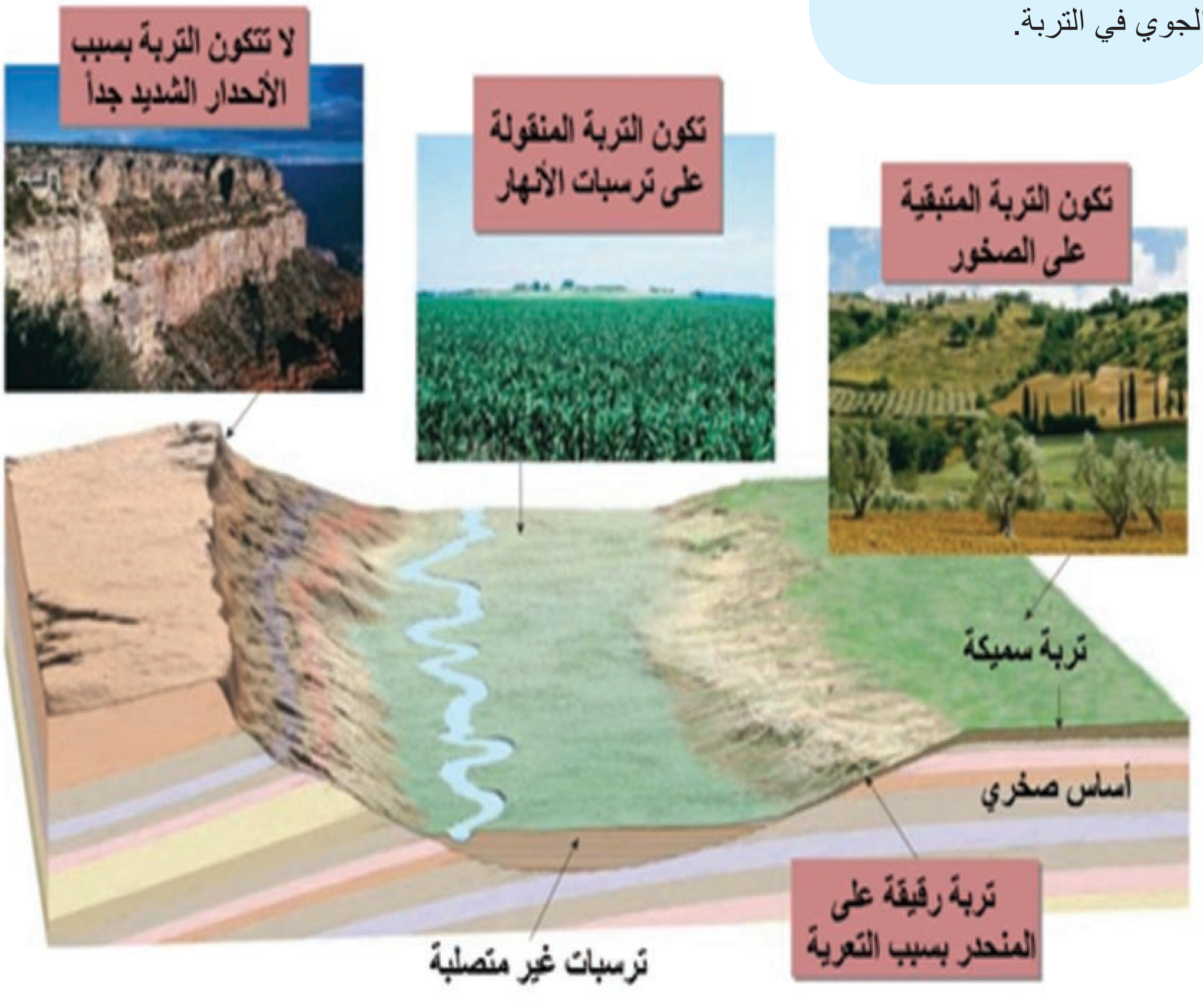
**فكر**

تعد عملية انجراف التربة مهمة عند المزراعين ، لماذا ؟

3 - التضاريس (Topography): تختلف سرعة التعرية وترسيب المواد باختلاف التضاريس. فسفوح الجبال مثلاً تمتاز بسرعة التعرية ولا يمكن ان تثبت وتجمع عليها التربة بصورة كبيرة، بينما تقل سرعة التعرية ويزداد سمك التربة في الأراضي المنبسطة، هذا بالاضافة الى ان تصريف المياه يتأثر أيضاً بالتضاريس. وهذه العوامل كلها تؤثر في نوعية التربة الناتجة كما موضح في الشكل (3-24).

## هل تعلم

ان التربة قليلة الخصوبة تزرع فيها البقوليات، إذ يوجد نوع من البكتريا ينمو على عقد في جذور البقوليات يساعد على تثبيت النتروجين الجوي في التربة.




الشكل (3-24) أختلاف سرعة التعرية والترسيب باختلاف التضاريس الأرضية وتأثيرها في تكون التربة.

4 - العمليات العضوية (Organic Activity): وهي مرتبطة بنوعية التضاريس والمناخ، فمثلاً تصل العمليات العضوية الى أقصى فعاليتها في المناطق الأستوائية إذ تزداد الرطوبة ونتيجة لذلك تتكون حوامض عضوية تحلل المواد الصخرية بتفاعلها مع المعادن.

5 - الزمن (Time): يساعد الزمن على تحليل واكمال التفاعلات في التربة مما يجعلها بمرور الوقت تظهر متكاملة من النطاقات المختلفة. وفي حالات كثيرة تحتاج التربة الى زمن طويل لكي تتكامل .

### (4-3-3) خصوبة التربة

لقد تعلمنا ان نمو النباتات تحتاج الى الماء والضوء (لاتمام عملية البناء الضوئي) اضافة الى الأملاح التي يمتصها النبات من التربة. وان ما يحدد خصوبة التربة هو كمية الأملاح الموجودة فيها بشكلها البسيط القابل للأمتصاص من قبل النباتات.

ان خصوبة التربة (Soil Fertility) تعدّ من العمليات المعقدة التي تتضمن الدوران المستقر للمواد الغذائية بين شكليها العضوي وغير العضوي. فكلما تتحلل المواد النباتية والفضلات الحيوانية من قبل الأحياء المجهرية، فأنها تطلق مواد غذائية غير عضوية الى محاليل التربة، بعملية تسمى التمعدن (Mineralization) أن هذه المواد الغذائية قد تخضع لتحولات اخرى بمساعدة الأحياء المجهرية التي تحتاج الى الأشكال غير العضوية لغازالنتروجين اوالفسفوراو البوتاسيوم، وتتنافس مع النباتات على هذه المواد الغذائية بربطها على شكل كتل حياتية مجهرية، بعملية تسمى التثبيت (Immobilization). إن التوازن ما بين عمليتي التمعدن والتثبيت يعتمد على التوازن وتوفر المواد الغذائية الرئيسة والكاربون العضوي للأحياء المجهرية في التربة. إن عمليات الطبيعة مثل ضرب الصواعق لها دور كبير في تثبيت غاز النتروجين الموجود في الجووتحويله الى أكاسيد مذابة في التربة.

إن لنوعية مياه السقي دوراً مهماً في المحافظة على خصوبة التربة وحرثها ولاستعمال عمق اكبر من التربة للنبات. فعند سقي التربة بمياه عالية الملوحة فالأملاح الفائضة تغلق مسامات التربة وتجعلها صلبة وتمنع المياه من النفاذ فيها وكذلك جذور النباتات، او قد تحولها الى تربة سبخة فاقدة لخصوبتها لاحظ الشكل (3-25) . بينما السقي بمياه حامضية (قليلة الأملاح) قد يؤدي الى غسل التربة وإزالة الأملاح الضرورية للنبات منها.

**خصوبة التربة**
وهي من العمليات المعقدة في التربة التي تتضمن الدوران المستقر للمواد الغذائية بين شكليها العضوي وغير العضوي .

**التمعدن**
وهي عملية اطلاق مواد غذائية غير عضوية الى محاليل التربة .

**التثبيت**
وهي عملية تنافس بين النباتات والمواد الغذائية بربطها على شكل كتل حياتية مجهرية.

**هل تعلم**
ان الأراضي المخصصة لزراعة المحاصيل الحقلية (الحنطة والشعير) تقسم على جزأين، إذ تتم زراعة احد الأجزاء في موسم ويترك دون زراعة في الموسم اللاحق بينما يزرع الجزء الآخر، وذلك لأعطاء التربة الوقت الكافي لأعادة خصوبتها.



الشكل (3-25)
تربة عالية الملوحة (سبخة)، لاحظ تجمع المياه وعدم نفاذه في التربة وندرة النباتات.

## نشاط

عمل التربة كمرشح

1.خذ قمعاً زجاجياً واملأه بالتراب ثم ضعه في قدح زجاجي .
2.أضف ملعقة صغيرة من صبغة الطعام الى سطح التراب .
3.ضع قليلاً من الماء فوق القمع .
4.نلاحظ خروج الماء النظيف اولاً ثم يخرج الماء الملون .

النتائج

1.التربة تعمل كمرشح لمدة محدودة.

إن فقدان نطاق سطح التربة يحصل في التربة القلوية بسبب التعرية وغسل الأملاح بالجريان السطحي لمياه الأمطارمكوناً مواد غروية طينية ناعمة الحبيبات كما مبين في الشكل (3 -26) . وبما ان النباتات تمتص المواد غير العضوية المذابة في المياه من التربة خلال نموها، فالتربة في هذه الحالة سوف لا تفقد خصوبتها فقط بنمو النباتات، بل تفقد خصوبتها بسبب تجمع الأملاح غير المرغوب فيها وفقدان الأملاح غير العضوية المفيدة من التربة.



الشكل (3-26)
تربة قلوية مغطاة بطبقة طينية ناعمة الحبيبات ومتشققة بعد جفافها.

## 4-3 تعرية التربة ( Soil Erosion)

عندما تترك التربة بلا حماية تتعرض **للتعرية Erosion** وهي عملية يتم من خلالها نحت الصخور ونقل الفتات من مكان الى آخر فالتعرية بسبب قطع الاشجار لاخلاء الارض للزراعة ، تكـوَّن الوديان العميقة ، ولأن جذور النباتــات ( الخارجية ) اشبه بالاوتاد للتربة فتثبتها وتحفظ التربة السطحية من التعرية أي أن الاشجار والنباتات تحمي التربة .

فالتعرية تلعب دوراً مهماً في نقل التربة من مواقعها الأصلية التي تكونت فيها الى مواقع أخرى ، وهي عملية نقل نواتج عمليات التجوية بعيداً عن مصدرها الى اماكن الترسيب بواسطة الماء او الرياح او الجليد. وتختلف طريقة نقل هذه المكونات باختلاف طبيعتها، فالمواد سريعة الذوبان تنقل بالمياه بصورة ذائبة او أيونية ، والمواد عديمة الذوبان فقد تنقل فــي صورة غرويــة او معلقة ، أمــا المواد الصلبة فتنقل بــالمياه او الرياح اما بدحرجتها او قفزها في المياه ، والسقوط الدائم للأمطار يلعب دوراً فعالاً في تفكيك التربة وتحريك دقائقها بشكل صفائحــي بفعل الجريــان السطحــي للمياه، وتسمــى هذه **بالتعريـة الصفائحية** (Sheet Erosion) ، إذ يحرك الماء صفائح قليلة من التربة وبعدها تتكون مجاري خطية ضحلة للمياه (سواقي) تتوسع وتتعمق لاحقاً لتكون الجداول كما مبين في الشكل (3-27).

### مؤشرات الأداء

- معرفة العوامل المؤثرة في تكون التربة.
- التعرف إلى محددات خصوبة التربة .
- يتعرف مفهوم التعرية .
- يبين دور الإنسان في المحافظة على التربة ومنع نضوبها .

**التعرية**
عملية يتم من خلالها نحت الصخور ونقل الفتات من مكان الى آخر.



الشكل (3-27)
التعرية الصفائحية في التربة نتيجة الأمطاروتكوين السواقي ثم الجداول

## التعرية الصفائحية

وهي عملية تنتج عن السقوط الدائم للأمطار، إذ يقوم الجريان السطحي للماء بتفكيك التربة وتحريك صفائح قليلة منها.

لقد عرفنا ان القدر النهائي للتربة هو تعريتها. ولكن في الماضي كانت التعرية تحدث بمعدلات أبطأ مما تحدث في يومنا هذا، والسبب هو كون التربة كانت محمية ومغطاة بالأشجار والأدغال والحشائش ونباتات أخرى . ولكن فعاليات الإنسان مثل الزراعة والحفر والبناء أدت الى أزالة او أعاقة النباتات الطبيعية كما مبين في الشكل (3-28) ، التي بدورها سارعت معدلات التعرية. فأنه دون تثبيت تأثير النباتات، فالتربة يمكن إزالتها بسهولة بالرياح لاحظ الشكل (3-29) او جرفها بالمياه كما أشرنا سابقاً.



الشكل (3-28)
فعاليات الإنسان في أزالة النباتات الطبيعية



الشكل (3-29)
تعرية التربة بفعل الرياح

## 5-3 نضوب التربة ( Soil Depletion)

تتعرض التربة للخطر تماماً كالنباتات والحيوانات، علماً ان تكّون التربة يستغرق الاف السنين، فلن يكون من السهل استبدالها فيجب الاهتمام بالتربة والمحافظة على خصوبتها بحمايتها من التعرية ومن فقدان عناصرها الغذائية ، وكذلك من فقدان مأوى بعض الحيوانات لأن التربة توفر مكاناً تعيش فيه بعض الحيوانات مثل انواع ديدان الارض ، والعناكب ، والنمل ، والخلد ، وبعض القوارض فاذا اختفت التربة اختفت معها مواطن هذه الحيوانات .

**نضوب التربة**

وهو ما يحدث عند إزالة المكونات الأساسية المساهمة في خصوبة التربة وعدم تعويضها .

أن نضوب التربة (Soil depletion) يحدث عند إزالة المكونات الأساسية المساهمة في خصوبتها وعدم تعويضها، إضافة الى عدم المحافظة على الظروف الكفيلة بديمومة خصوبة التربة. أن هذا سيؤدي حتماً الى ضعف في انتاج الغلة النباتية، وقد يكون نضوب التربة بسبب الزراعة المكثفة جداً وسوء ادارة التربة خلال عمليات الري والتسميد. إضافة الى دور الطبيعة في تعرية التربة متمثلة في دورة الصخور في الطبيعة.

**تبين الاشكال في ادناه بعض طرائق حفظ التربة :**

الحراثة الكنتورية هي تعمل صفوف الخطوط العريضة كسدود صغيرة ، بينما تعمل الخطوط الطويلة كأنهار، اما اذا كانت التلال شديدة الانحدار فيستطيع المزارعون تطبيق زراعة المدرجات التي تحول حقلاً منحدراً واحدا الى سلسلة من الحقول اصغر مساحة واكثر استواء اما الزراعة بلا حراثة فتترك سيقان النباتات القديمة في التربة وبذلك توفر غطاء يقي التربة من الامطـار وتخفف نسبــة انسياب المياه السـطحية فيبطئ عمليــة تعريــة التربــة ، المحاصيل الواقية هي محاصيل مثل فول الصويا والفول السوداني والتي يجب زراعتها بين مواسم الزراعة لانهما يساعدان على اعادة تخزين مواد غذائية مهمة في التربة ، فهي تمنع التعرية لأنها توفر غطاء واقياً من الرياح والامطار.



الحراثة الكونتورية



زراعة المدرجات



الزراعة بلا حراثة



المحاصيل الواقية

### الدورة الزراعية

هي طريقة الابطاء استنفاد المواد الغذائية من التربة، لأن زراعة المحصول الزراعي نفسه سنة بعد سنة في نفس الحقل يؤدي الى فقدان التربة لخصوبتها، وللحد من استنفاد تلك المواد يجب زراعة محاصيل اخرى متنوعة لأنها تثبت وتعيد المواد الغذائية المهمة للتربة .

**فكر**

لماذا
لا تترك التربة عارية
دون زراعة ؟

## 6-3 علاقة علم التربة بعلوم الطبيعة

لقد اوضحنا فيما سبق اهمية دراسة أنواع التربة وأنماطها الموجودة على سطح الأرض من وجهة نظر علماء الجيولوجيا. ان نسيج التربة ولونها وتركيبها الكيمياوي يعكس في الغالب طبيعة المادة الأولية الجيولوجية التي تكونت منها. وللتربة القديمة المندثرة أهمية كبيرة في دراسة تاريخ المناخ القديم، أذ انها تسجل التغيرات المناخية القديمة التي حدثت في تاريخ الأرض، اضافة الى ان دراسة بقايا النباتات والكائنات المندثرة منذ العصور القديمة وتوزيع متحجراتها في الصخور زمنيًا وجغرافيًا لتقدير أعمار الصخور وربط بعضها ببعض وكذلك في فهم العلاقات التي كانت تربط بين الأنظمة البيئية السالفة وذلك خلال الحقب التاريخية الجيولوجية التي تعاقبت فوق الأرض. كما ان علماء الجيولوجيا يستعينون بخصائص أنطقة التربة لتحديد مدة استقرار سطح التربة من حيث استقرار المنحدرات والتصدعات الجيولوجية عبر العصور المختلفة.

أن الجغرافية الحيوية هو علم دراسة العوامل المؤثرة في توزيع الكائنات الحية بهدف الكشف عن الأماكن التي تعيش بها ومعرفة سبب ذلك. إذ ان انواع التربة تعدّ أحد العوامل التي تحدد ماهية النباتات والبيئات التي يمكن أن تنمو فيها. ويقوم علماء التربة عادةً بعمل مسوحات شاملة لدراسة أنواع التربة لإدراك العوامل الأساسية التي تحدد نوعية النباتات التي يمكن أن توجد وتنمو في تربة معينة.

وفي الدراسات الهندسية المدنية، تعدّ فحص التربة وتحديد أنطقتها ونوعيتها من اولويات عملهم في تحديد طبيعة أسس الأنشاءات من طرق ومبانٍ ومصانع ...الخ . ولقد تطرقنا آنفاً الى التصنيف الهندسي للتربة.

وتعد أنواع التربة التي يتدخل الإنسان في تكوينها أو يتسبب في إحداث تغيير بها محط اهتمام عدد كبير من علماء الآثار. وخاصة في تحديد تأريخ عمرها المطلق وربطه بتاريخ التطور الحضاري للأنسان .

# مراجعة الفصل

## المفردات والمفاهيم

**السؤال 1** **املأ الفراغات بما يناسبها ؟**

1. التربة المتبقية تشبه .............. من ناحية التركيب المعدني ، والتربة المنقولـــة تنقل بال ............... و ................ .
2. تقوم النباتات بتكسير الصخور عن طريق ................ .
3. يفضل المزارعون زراعة .............. لتحسين خصوبة التربة .
4. ............ عبارة عن اتحاد غاز الاوكسجين مع العناصر والمركبات الاخرى .
5. المنطقة العلوية من التربة تمثل .............. .

**السؤال 2** **اكتب بأسلوبك تعريفاً لكل من :**

( التجوية ، التعرية ، خصوبة التربة ، التكربن ، الذوبان ، الدورة الزراعية )

## اجابات قصيرة

**السؤال 3** **أجب عما يلي :**

1. كيف يختلف الوشاح الصخري عن التربة ؟
2. لماذا تعدّ التربة اداة رابطة مهمة في النظام البيئي الأرضي ؟
3. كيف أثرت الفعاليات الإنسانية في معدلات تعرية التربة ؟
4. ما تأثير الدورة الزراعية في التربة ؟
5. كيف يؤثر فقدان التربة في الحيوانات الارضية ؟

## الافكار الرئيسة

**السؤال 4** **أختر الاجابة الصحيحة لكل مما ياتي :**

1. العواصف الصفراء التي تهب على العراق تسمى :

أ. تربة رطبة ب. تربة اللوس ج. تربة جافة د. تربة عليا

2. عملية اتحاد الماء مع بعض المعادن مكوناً ما يسمى بالمعادن المائية تعرف بـ :

أ. التأكسد ب. التكربن ج. التميؤ د. الذوبان

3. نطاق تحت التربة يقع اسفل سطح التربة وفوق الصخر الاصلي ويتدرج اليه يسمى :

أ. الترابي ب. التحلل ج. الصخري د. الانتقالي

4. الجو الرطب يساعد على تكوين التربة في :

أ. سفوح الجبال ب. وقت طويل ج. وقت قصير د. الوديان

5. فقدان نطاق سطح التربة يحصل في التربة القلوية بسبب :

أ. التعرية ب. التجوية ج. الترسيب د. التاكسد

6. تساعد الحيوانات الحافرة والديدان على :

أ. تثبيت التربة ب. نقل التربة ج. خلط وتقليب التربة د. نضوب التربة

## استعمال الصور والاشكال التوضيحية

**السؤال 5** **إقرأ الصورة في ادناه للإجابة عن الاسئلة :**

ينطلق غاز ثنائي أوكسيد الكاربون وبعض الغازات الحامضية الأخرى مثل ثنائي اوكسيد الكبريت في الجو نتيجة حرق الوقود الاحفوري في المعامل .



1. ماذا يحصل عند اتحاد هذه الغازات مع مياه الأمطار؟
2. ما تأثير ذلك في الصخور والتربة ؟



4

الفصل الرابع

# البيئة والتلوث

- الوقود الاحفوري من الموارد الطبيعية غير المتجددة ونحصل على الطاقة نتيجة احتراقه ، غير انه يلوث الجو .

## 1-4 علم البيئة Environmental Science

هو العلم الذي يدرس الانظمة والطرائق والادوات التي تساعد على رصد المشكلات البيئية وتحليلها وتقصي تبعاتها الاجتماعية والصحية والاقتصادية وغيرها، ومن ثم ايجاد الحلول المناسبة لمواجهتها.حظي موضوع **البيئة** والدراسات البيئية باهتمام المتخصصين والرأي العام وكثرت الموضوعات والدراسات التي تناولت قضايا البيئة ومشكلاتها خاصة بعد ان اخذت الموارد الطبيعية في النضوب واصبحت التربة والهواء والماء والموارد الغذائية ملوثة بأنواع الملوثات مما أدى الى الاضرار بالكائنات الحية وارتفاع معدلات التلوث البيئي ومن ثم الاخلال **بالنظام البيئي**.

## 2-4 مكونــات البيئــة

لقد قسم الباحثون مكونات البيئة على قسمين رئيسين هما:

### البيئة الطبيعية Natural Environment

تشمل جميع الكائنات الحية والاشياء غير الحية التي توجد على كوكب الارض بشكل طبيعي، وتتمثل بالمظاهر التي لا دخل للانسان في وجودها او استعمالها ومن مظاهرها (الارض، المناخ، البحار، المياه السطحية والجوفية والمعادن ومصادر الطاقة) وغيرها من المظاهر.

### البيئة المشيدة Constructed Environment

وتتكون من البيئة الاساسية المادية التي شيدها الانسان وتتمثل باستعمالات الاراضي الزراعية والسكنية وعمليات التنقيب عن الثروات الطبيعية فضلاً عن المناطق الصناعية والمراكز التجارية والطرق والمدارس وغيرها من المظاهر.

## 3-4 التلــوث البيئــي Pollution

هو ادخال الملوثات الى البيئة الطبيعية مما يلحق الضرر بها ويسبب خللاً بالنظام البيئي، ان مشكلة **التلوث** البيئي ليست مشكلة جديدة أو طارئة على الارض وانما الجديد فيها هو زيادة شدة التلوث كماً ونوعاً وقد ازدادت شدتها في النصف الثاني من القرن العشرين نتيجة للتطور العلمي والتقني، والتلوث مشكلة عالمية تعاني منها الدول المتقدمة والدول النامية بسبب ماتطرحه من غازات أو جسيمات او موادّ ملوثة للبيئة.

### مؤشرات الأداء

- يعرف البيئة والنظام البيئي.
- يحدد مكونات البيئة.
- يميز بين البيئة الطبيعية والبيئة المشيدة.

### المفردات والمفاهيم

- البيئة
- النظام البيئي
- التلوث
- الملوثات
- الضباب الدخاني
- المطر الحامضي
- الاوزون
- التلوث الكيميائي
- المبيد
- التلوث الضوضائي
- التلوث الاشعاعي
- العناصر المشعة
- التلوث الضوئي

**البيئة**

هي المكان الذي يعيش فيه الانسان ويحصل فيه على مقومات حياته من غذاء وماء وهواء ويمارس فيها علاقاته مع اقرانه.

**التلوث**

هو أي تغيير فيزيائي او كيميائي او بايولوجي سواء أكان كمياً أم نوعياً يؤدي الى تاثير ضار في مكونات البيئة الطبيعية او البشرية.

## 4-4 مصادر التلوث pollution sources

يمكن ان تقسم مصادر التلوث الرئيسة للبيئة على قسمين رئيسين هما:

### أ. المصادر الطبيعية :

وتشمل **ملوثات** البيئة الطبيعية كالزلازل والبراكين والامطار الغزيرة والعواصف والحرائق وغيرها من الملوثات. لاحظ الشكل (4 - 1)



عواصف



زلزال

حرائق



الشكل (4-1)
صور توضح بعض الملوثات

**النظام البيئي** وهو عبارة عن وحدة تنظيمية في مكان ما يضم كل المكونات الحية والاشياء غير الحية ويتالف من اربعة عناصر هي الغلاف الجوي والغلاف الصخري والغلاف المائي والغلاف الحيوي.

### نشاط

من خلال الاطلاع على موضوع البيئة والتلوث هل تستطيع ان تستنبط تعريفاً من وجهة نظرك للبيئة والتلوث البيئي ؟

**الملوثات**

هي أي مواد غازية او سائلة او صلبة او مكروبية تؤدي الى حدوث خلل في التوازن البيئي.

### هل تعلم

ان كلمة البيئة Ecology مكونة من مقطعين هي (Oikes) ومعناها مسكن ، و (Logos) ومعناها علم، واول من وضعها العالم الالماني ارنست هيكل عام 1866.

## ب. المصادر البشرية

يعد الانسان المسبب الرئيس في التلوث البشري، اذ يسهم التوسع الصناعي والاستغلال غير الكفوء للموارد الطبيعية من خلال دوره الواضح في القضاء على الغطاء النباتي وتلوث الهواء والماء والتربة، فضلاً عن ظهور العديد من الامراض الوبائية ومن ثم الاضرار بمكونات البيئة. لاحظ الشكل (4-2).

### مؤشرات الأداء

- يعرف البيئة وملوثاتها.
- يقارن بين التلوث الطبيعي والبشري.
- يميز بين التلوث المادي وغير المادي.
- يتعرف الى تلوث الهواء.



الشكل (4-2)
التلوث البشري



### أشكال التلوث البشري

مهما تعددت صور التلوث البشري للبيئة فانها تقسم على قسمين رئيسين هما :

1. **التلوث المرئي Visible Pollution**

مثل تلوث الماء والهواء والتربة.

2. **التلوث غيرالمرئي Invisible Pollution**

مثل التلوث (الضوضائي) الضجيجي والتلوث الاشعاعي والتلوث الكيميائي والتلوث البصري والتلوث الضوئي وغيرها.

### هل تعلم

ان اول مؤتمر عقد للحفاظ على البيئة كان في ستوكهولم عاصمة السويد عام 1972.

## 4-5 تلوث الغلاف الجوي
## Atmospher Pollution

تعرفت سابقاً على اغلفة الارض وذكر بان الغلاف الجوي **( الغازي)** هو المدى الفسيح من الهواء الذي يمتد من الارض لمسافة 100KM وسوف نتطرق في هذا الفصل الى ابرز ملوثات الغلاف الجوي.

**تلوث الهواء**

اي تغيير كمي او نوعي في نسبة المكونات الرئيسة للهواء الأمر الذي يؤدي الى تغيير تلك النسب كماً او نوعاً.

### تلوث الهواء Air pollution

يتكون الهواء من مجموعة من الغازات هي النتروجين 78 % والاوكسجين 21 % وخليط من الغازات الاخرى بنسبة 1 % كبخار الماء وثنائي اوكسيد الكاربون والنيون والهليوم والاركون وغيرها من الغازات ونلاحظ بأن هذه النسب تكون دقيقة وثابتة ولكل منها خواصها الطبيعية الخاصة بها لتحافظ على التوازن البيئي للارض ولكن عندما تدخل مركبات او غازات اخرى على هذه النسب فانها تؤدي الى حدوث خلل في مكونات الهواء الجوي وعندئذ يصبح ملوثاً وهذا مانطلق عليه تلوث الهواء. لاحظ الشكل (4-3).

**هل تعلم**

ان التلوث الطبيعي للبيئة يمكن بعد مدة من الزمن ان يعيد التوازن البيئي لتلك المناطق على عكس التلوث البشري.







الشكل (4-3)
تلوث الهواء

## مؤشرات الأداء

- يتعرف الى مصادر تلوث الهواء.
- يفهم تاثير المصادر الطبيعية.
- يتعرف الى تاثير المصادر البشرية.
- يقارن بين المصادر البشرية والطبيعية.
- يتعرف الى ابرز ملوثات الهواء.
- يتعرف الى النسب الرئيسة والثابتة من مكونات الهواء.

## مصادر تلوث الهواء Sources of air pollution

تقسم المصادر المسببة لتلوث الهواء على نوعين رئيسين هما:

### أ - المصادر الطبيعية Natural Sources

وتتمثل بالملوثات التي لا دخل للانسان فيها ويعزى تأثيرها الى عوامل ارضية او كونية مثل الحرائق والبراكين.كما في الشكل (4-4).



البراكين

الشكل(4-4) ملوثات طبيعية



الحرائق



الشكل (4-5)

ملوثات بشرية

### ب - المصادر البشرية Hummans Sources

وهي المصادر التي تنتج بسبب نشاط الانسان في البيئة وتعد هذه الملوثات المسبب الاكبر للتلوث مثل احتراق الوقود الاحفوري (النفط ، الغاز الطبيعي، الفحم الحجري للصناعات النفطية) ومحطات توليد الطاقة الكهربائية والمعامل والمصانع وغيرها من الصناعات الامر الذي يؤدي الى انبعاث غازات وادخنة وجسيمات دقيقة تنتشر في الهواء وتخل بالنظام البيئي.كما في الشكل (4-5).

هنالك العديد من المصادر المرئية لتلوث الهواء يمكن ايجازها كالاتي:

### 1 - الجسيمات الدقيقة العالقة في الهواء Minute-Splits

وتتمثل هذه المصادر بذرات التربة الناعمة والعالقة في الهواء سواء الطبيعية منها أو الناتجة بفعل حرق الوقود الاحفوري ومخلفات الصناعة كالحديد والاسمنت والزجاج والنسيج ومحطات توليد الطاقة الكهربائية وتبقى هذه الملوثات في الهواء ولاتترسب تلقائياً. ويعتمد ذلك على حجم العوالق وحركة الرياح وقد تكون بعض تلك الدقائق سامة الامر الذي يتسبب بخطر على صحة الانسان. كما موضح بالشكل (4-6).

**معلومة علمية**

ان الهواء أحد العناصر الضرورية لجميع الكائنات الحية ففي كل يوم تستقبل رئة الانسان نحو 15Kg من الهواء الجوي بينما لايمتص الجسم سوى 2.5Kg من الماء.



معامل الطابوق

**نشاط**

اكتب تقريراً عن تلوث الهواء بمساعدة مدرسك معززاً بصور توضيحية عن انواع ملوثات الهواء.



محطات توليد الطاقة الكهربائية

**هل تعلم**

أن التلوث البشري يظهر واضحاً في المدن الصناعية الكبرى وفي المناطق ذات الكثافة السكانية العالية.

الشكل (4-6)
مصادر ملوثات الهواء

## مؤشرات الأداء

- يتعرف الى مصادر ملوثات الهواء.
- يتعرف الى مصدر الرصاص والكاربون والكبريت وتاثيرها في تلوث الهواء.

### 2 - الرصـــــــاص pb

الرصاص عنصر موجود في الطبيعة ويعد من المعادن السامة لاسيما اذا اتحد مع الكازولين، اذ تنتج عنه غازات سامة من عوادم السيارات. يدخل الرصاص في الكثير من الصناعات، كالدهانات وبطارية السيارة وتعليب المواد المحفوظة ويوجد في التربة ، وخطورة التسمم بالرصاص تكمن في قدرته على التراكم في النسيج العصبي وخاصة لدى الاطفال مما يجعله اشد خطراً عليهم من الكبار لما يسببه لهم من سوء الاداء الدراسي، أما اصحاب المهن كالدهانين وصانعي الاختام هم الاكثر تعرضاً للتسمم بالرصاص، ويكون التسمم مزمناً دون ان يشعر به المرء، لذلك يجب اجراء فحوصات دورية للعاملين، وتزداد ملوثات الرصاص التي يستنشقها الانسان كلما زاد استعماله لتلك المركبات.

لاحظ الشكل (4-7).



(الشكل 4-7) سيارة تنفث الدخان من عوادمها

### هل تعلم

أن 73.4 % من مصادر الكبريت تنبعث من عمليات حرق الوقود الاحفوري.

### 3 - مركبات الكاربون Carbon compounds

وتتمثل بشكل رئيس بغاز ثنائي اوكسيد الكاربون ($CO_2$) الذي ينتج من عمليات حرق الوقود الاحفوري بشكل كامل، وكذلك غاز اول اوكسيد الكاربون ( $CO$ ) ويعد من الغازات السامة جداً.

### 4 - مركبات الكبريت Sulphur compounds

وتتمثل بغاز ثنائي اوكسيد الكبريت ( $SO_2$ ) وغاز كبريتيد الهيدروجين ($H_2S$) وحامض الكبريتيك ( $H_2SO_4$ ) .

وتاتي هذه المصادر بصورة طبيعية من ثوران البراكين، وبصورة غير طبيعية من عمليات حرق الوقود الاحفوري.

### نشاط

هل تعد العواصف الترابية من الانشطة الملوثة للهواء ؟ اذكر التاثير السلبي لتلك العواصف في صحتك وفي البيئة.

### 5 - أكاسيد النتروجين Nitrogen oxides

وتتمثل بشكل رئيس بغاز اول اوكسيد النتروجين $NO$ وثنائي اوكسيد النتروجين ($NO_2$)، وتنبعث في الغالب من وسائط النقل ومحطات انتاج الطاقة الكهربائية والقطاعات الصناعية.

### 6 - الاوزون الأرضي Ozone

يختلف الاوزون الارضي عن الاوزون الموجود في الطبقات العليا من الغلاف الجوي والذي يقوم بحماية الحياة على الارض من خلال امتصاصه للأشعة فوق البنفسجية ومنعها من الوصول الى سطح الارض. أما الاوزون الارضي (الذي يكون قريباً من سطح الارض) فيعد من الملوثات التي تسبب العديد من الاضرار للكائنات الحية اذ يسبب مشاكل للرئتين والانسجة في النباتات والحيوانات اذ تتكون نتيجة حرق الوقود الاحفوري تفاعلات كيميائية بين اكاسيد النتروجين والهيدروكاربونات (مركبات عضوية).

### 7 - الفلوريدات Floreides

تنبعث هذه المركبات من صناعة المبيدات الحشرية والبخاخات.

### 8 - الهيدروكاربونات Hydrocarbons

وتتمثل بشكل رئيس بالمشتقات النفطية كالبنزين ومن الوحدات الصناعية المهمة والأساسية ولاسيما في عمليات التكرير.

### 9 - النفايات الصلبة Solid waste

وتتمثل بالنفايات المنزلية والمخلفات الطبية والزراعية والصناعية.

### 10 - الكلوروفلورو كاربون Chlorofluorocarbons

وتنتج هذه المواد من صناعات عديدة اهمها الايروسول (علب البخاخات) التي تحمل المبيدات او بعض مواد تصفيف الشعر او مزيل روائح العرق كما تستعمل في اجهزة التبريد.

11 - **الفطريات والبكتريا والميكروبات** التي تنتشر في الهواء سواء كان مصدرها التربة او تعفن الحيوانات أو الفضلات البشرية.

**نشاط**

هل يوجد بالقرب من منزلك او محلتك السكنية احدى الانشطة المسببة لتلوث الهواء؟ اذكرها واستعرض ابرز الصعوبات والاثار السلبية التي تسببها تلك الانشطة على البيئة.

**حقيقة علمية**

حرق الوقود الاحفوري مصدر رئيس في تلوث الهواء.

**فكر**

ماالفرق بين الاوزون في الطبقتين العليا والقريبة من سطح الأرض؟



## هل تعلم

ظهر مصطلح الضبخن بداية القرن الثامن عشر ويعد من اكثر المواد الملوثة في المدن الصناعية ،لاسيما في لندن .

### 12 - الاسبستوس :

وهو من المعادن التي لها القدرة على مقاومة الحرارة والتحلل الكيميائي ويكون تركيبها على شكل الياف رفيعة وطويلة وبسبب قدرته على تحمل الحرارة الشديدة فان عمال البناء يستعمله كعازل للحرارة الا ان الابحاث العلمية اكدت وجود العديد من حالات السرطان بين العمال لاسيما عمال المناجم بأستنشاقهم غبار تفجير الصخور وكذلك لعمال النجارة بأستنشاقهم غبار نشارة الخشب ، فضلاً عن بعض المشكلات التقنية التي ارتبطت باستنشاق الياف الاسبستوس. والجدول (4-1) يبين بعض الملوثات.

**(4-1) جدول يبين توزيع ملوثات الهواء طبقاً للقطاعات المختلفة (مليون طن) (للإطلاع)**

| المصدر الملوث | الصناعة | الزراعة | وسائط النقل |
|---|---|---|---|
| ثنائي اوكسيد الكبريت | 3500 | 1200 | 1050 |
| أكاسيد الكبريت | 89 | 2 | 3 |
| أكاسيد النتروجين | 30 | 7 | 20.4 |
| الجسيمات العالقة | 23 | 20 | 7 |
| الهيدروكاربونات | 26 | .......... | 21 |
| أول اوكسيد الكاربون | .......... | .......... | 106 |

## 4-6 بعض مظاهر تلوث الغلاف الجوي

### الضباب الدخاني Smogs

تعد ظاهرة الضباب الدخاني احدى ظواهر التلوث وشكلاً من اشكال تلوث الهواء التي تعاني منها المدن لاسيما الصناعية منها ويتكون الضباب الدخاني من خليط من الضباب والدخان والغازات الناجمة عن احتراق الوقود الاحفوري في عوادم السيارات والمحركات فضلاً عن احتراق الوقود الاحفوري المستعمل في المشاريع الصناعية اذ ينبعث غاز ثنائي اوكسيد الكاربون واكاسيد النتروجين ونسبة من ثنائي اوكسيد الكبريت الناتج من الكبريت الموجود في الوقود وبخار الماء، ويتكون الضباب الدخاني عندما يتعرض هذا الخليط لاشعة الشمس وما فيها من الاشعة فوق البنفسجية مع الملوثات الناتجة عن احتراق الوقود فتحدث تفاعلات بين تلك الجزيئات الناتجة من الاكسدة غير التامة للوقود الاحفوري. وتبقى تلك المكونات عالقة في الهواء على هيئة ضباب بني خفيف او رمادي اللون وهذا ما يُعرف بالضبخن .

لاحظ الشكل (4-7) والشكل (4-8). وقد ينتج عنه مشكلات صحية كالتهاب العيون وصعوبة في التنفس، لذلك نرى من الضروري تقليل تشكل الضبخن في الغلاف الجوي وذلك باستعمال الأشخاص وسائل النقل العامة بدلاً من السيارات الخاصة أو السيارات التي تعمل بالكهرباء.

الضباب الدخاني يتكون من مقطعين هما smoks وتعني دخان، وكلمة fogs وتعني ضباب. وهوخليط من الضباب والدخان يتكون فوق المدن والمناطق الصناعية نتيجة لحرق الوقود الاحفوري .




الشكل (4-7)
كيفية تكون الضباب الدخاني

## مؤشرات الأداء

- يعرف الضباب الدخاني.
- يتعرف الى سبب حدوث الضباب الدخاني ومصادره.



الشكل(4-8)
ظاهرة الضبخن

ويمكن حصر مصادر الضباب الدخاني في مصدرين رئيسين هما:
1 - الغازات المتصاعدة من مداخن المشاريع الصناعية التي تستعمل مصادر الوقود الاحفوري. لاحظ الشكل (4-9) أ .



الشكل (4-9) أ
تلوث الهواء

2 - الغازات المنبعثة من عوادم السيارات، اذ تسهم بنحو ٪ 10 الى ٪ 20 من تلوث الهواء الناتج عن الانسان.لاحظ الشكل(4-9) ب.



الشكل(4-9) ب تلوث الهواء

## هل تعلم

يمكن للتضاريس الارضية والطقس ان تسهم ايضاً في تكون الضباب الدخاني فالمدينة المحاطة تقريباً بالجبال يمكن ان تحبس الملوثات وتسهم في تكوين الضباب الدخاني.

**فكر**

كيف يمكن التقليل من ظاهرة الضبخن في المدن الكبيرة؟

## نشاط

اكتب تقريراً عن ظاهرة الضباب الدخاني عن طريق شبكة المعلومات الدولية الانترنت، وابحث تأثير هذه الظاهرة في مدن تختارها أنت.

## الأمطار الحامضية Acidic rain

ان الملوثات الناتجة عن حرق الوقود الاحفوري يمكن ان تتفاعل مع بخار الماء الموجود في الغلاف الجوي ويكون احماضاً قوية يمكن ان يحتوي المطر او البرد او الثلج على تلك الاحماض الناتجة عن تلوث الهواء وعندئذ يسمى بالمطر الحامضي **Acid rain** .

وتقاس درجة الحامضية باستعمال مقياس الـ PH والموضح في أدناه :




وتكون هذه الامطار ملوثة بالعديد من المواد الكيميائية لاسيما ثنائي اوكسيد الكبريت واكاسيد النتروجين والهيدروكاربونات والناجمة عن حرق الوقود الاحفوري . ويمكن ان تختلط هذه العناصر الكيميائية مع الرطوبة الجوية لتكون المطر او البرد الممزوج بأحماض الكبريت والنترات ، ولهذا التساقط اثر كبير في البيئة ويمكن ان يسبب العديد من المشكلات منها:

1 - تؤدي الامطار الحامضية الى رفع مستوى حموضة مياه البحيرات أوالانهار التي تعيش فيها الكائنات الحية اذ تؤدي الى هلاك العديد من الاسماك والبرمائيات لأن الطحالب التي تتغذى عليها تلك المخلوقات لاتستطيع العيش في الماء الحامضي.وكما مبين في الشكل (4-10). ولتخفيف تأثير المطر الحامضي في النظم البيئية المائية، تعتمد بعض المجتمعات على رش مسحوق قاعدي على المياه لخفض حموضتها.

2 - تسبب الامطار الحامضية في تفتيت الصخور النارية الحامضية لاسيما الصخور الكرانيتية ، ممايؤثر في تكوين التربة .



الشكل (4-10)
موت الأسماك والبرمائيات بسبب الامطار الحامضية.

### مؤشرات الأداء

- يتعرف الى الامطارالحامضية.
- يفهم السبب الرئيس للامطار الحامضية.
- يبين التأثيرات السلبية للامطار الحامضية.

**المطر الحامضي**
مطر او برد او ثلج يحتوي على تركيز مرتفع من الاحماض.

### هل تعلم

ان الانسان المسؤول الاول عن مشكلات المطر الحامضي من خلال طرح ملوثات الانشطة الصناعية، لاسيما الصناعات التي تستعمل الوقود الاحفوري، ومحطات توليد الطاقة الكهربائية، ومعامل صهر المعادن .

### معلومة علمية

ان درجة حامضية PH مياه المطر الحامضي اقل من 5.6

3 - يسبب المطر الحامضي زيادة حموضة التربة فيغير التوازن الكيميائي للتربة وعندما تزداد حموضة التربة تذوب بعض العناصر الغذائية التي تحتاج اليها النباتات لكي تنمو فتجرفها مياه الامطار، كما يمكن للحموضة الزائدة ان تتسبب في تحرير ايونات الالمنيوم وايونات بعض الفلزات السامة تمتصها النباتات وتؤدي الى موتها كما في الشكل (4-11) أ. ولها دورهم في التجوية الكيميائية للتربة .



الشكل (4-11)

أ. تأثير المطر الحامضي في النباتات.

4 - تآكل الصخور الجيرية فقد لوحظ تآكل وتفتت بعض احجار برج لندن وكذلك التماثيل، وقد بلغ التآكل بضع سنتيمترات نتيجة للتفاعل بين غاز ثنائي اوكسيد الكبريت والامطار، كما مبين بالشكل (4-11) ب.



الشكل (4-11)

ب. تأثير المطر الحامضي في التماثيل.

## طرق منع تكون المطر الحامضي

المسبب الرئيس للمطر الحامضي هو اكاسيد النتروجين الناتجة من عوادم السيارات وكذلك الكبريت الناتج من حرق الفحم وهي من الملوثات الاساسية فاستعمال الوقود الخالي من الكبريت كالغاز الطبيعي بدل الفحم قد يساعد على تقليل تكون المطر الحامضي، ولكن هذه الانواع من الوقود اقل وفرة واعلى سعر، وهناك اجهزة تستعمل مرشحات الهواء تحجز ثنائي اوكسيد الكبريت قبل وصوله الى الغلاف الجوي وهذا يسهم في حل مشكلة المطر الحامضي.

### نشاط

قياس درجة حموضة مياه المطر

1. اجمع مياه المطر بوضعه في اناء نظيف.
2. ضع ورقة كاشف الحامضية في الاناء.
3. قارن لون ورقة الكاشف بمقياس درجة الحموضة ثم سجل درجة الحموضة التي حصلت عليها.
4. استعمل ورقة الكاشف في الكشف عن درجة حموضة ماء الصنبور والماء المقطر وسجل ملاحظاتك.

النتائج

1. هل ماء المطر حامضي ام قاعدي ام متعادل؟
2. ما درجة حموضة ماء المطر مقارنة بدرجة حموضة ماء الصنبور والماء المقطر؟

فكر

ما تأثير المطر الحامضي على النباتات؟

### معلومة علمية

المحلول ذو PH = 4 أكثر حامضية بمقدار (100) مرة من المحلول الذي له PH = 6

## مؤشرات الأداء

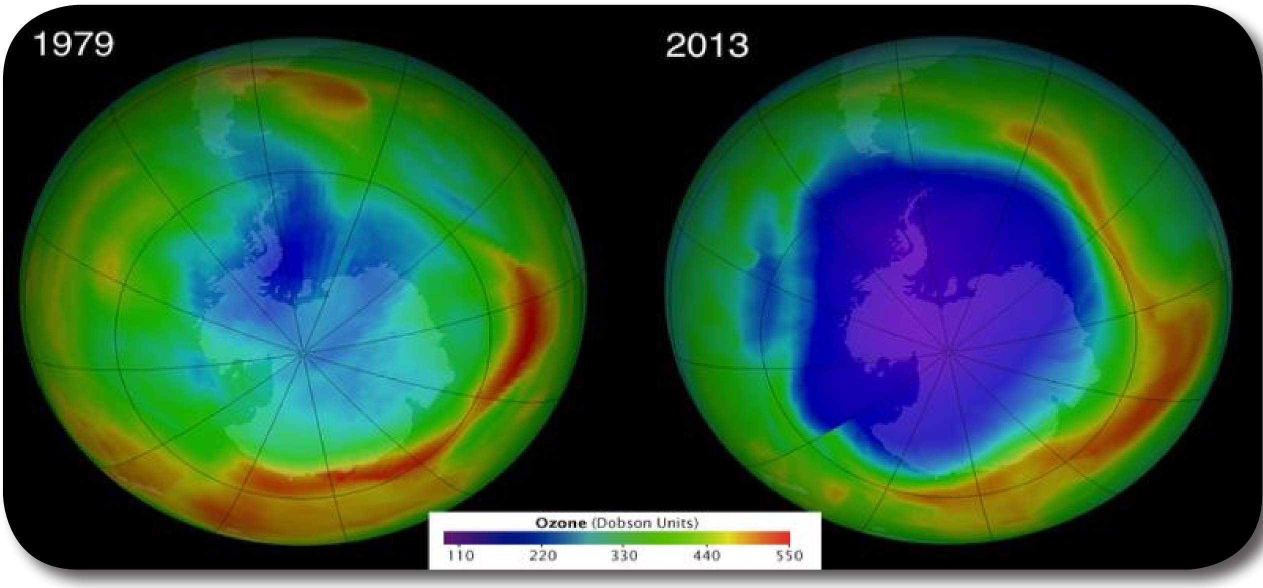
- يتعرف الى طبقة الاوزون.
- يفهم فائدة طبقة الاوزون.
- يبين الاسباب التي تؤدي الى تآكل طبقة الاوزون.

## الاوزون Ozone

إنَ الاوزون القريب من سطح الارض وهو احد ملوثات الهواء الضارة، وسوف نتعرف الان الى الاوزون الذي يوجد في الغلاف الجوي من ضمن طبقة الستراتوسفير والذي يسمى طبقة الاوزون، والاوزون شكل من اشكال الاوكسجين، ويرمز له بالرمز ($O_3$).

لطبقة الاوزون اهمية كبيرة من خلال إمتصاصه لبعض اشعة الشمس الضارة التي تسمى بالاشعة فوق البنفسجية (uv) التي تحطم الخلايا الحية، الا ان العلماء قد ابلغوا في العام 1985 عن اكتشاف خطير بشأن طبقة الاوزون الواقية للأرض فقد وجد بانها تتاكل فوق منطقة الدائرة القطبية الجنوبية لاحظ الشكل (4-12).

**الاوزون**
غاز ذو لون ازرق يتكون من ثلاثة ذرات من الاوكسجين صيغته الكيميائية $O_3$.




الشكل (4-12)
تآكل طبقة الاوزون

وقد كان من اسباب تاكل طبقة الاوزون هو تلوث الهواء بفعل العديد من المصادر منها التفجيرات النووية والطائرات النفاذة والاسمدة الاوزوتية وبعض المواد الملوثة والمسماة الكلوروفلوروكاربون(CFCS) المستعملة في اجهزة التبريد والتي يمكنها أن تبقى نشطة في طبقة الستراتوسفيرمدة 60 الى 120 سنة. فهذه تتسرب وترتفع ببطء حتى تصل الى طبقة الاوزون فتتفاعل معها كيميائياً وتؤدي الى تفكك وتحلل جزيئات الاوزون الى الاوكسجين الذي لايمنع الاشعة فوق البنفسجية من المرور الى سطح الارض لذلك اتفقت حكومات الدول الصناعية على التوقف عن استعمال (CFCS)، ان تآكل طبقة الاوزون في كل عام يقلل من سمكها مما احدث ثقب الاوزون والمبين في الشكل أعلاه.
الأمر الذي يسمح بمرور المزيد من الاشعة فوق البنفسجية الى سطح الارض بسبب استنزاف طبقة الاوزون.

**فكر**
ماسبب خطورة الاوزون القريب من سطح الأرض؟

### مؤشرات الأداء

- يتعرف الى اثر تلوث الهواء في صحة الانسان.
- يوضح الوسائل الكفيلة للحد من تلوث الهواء.

### اضرار تآكل طبقة الاوزون:

1. تلحق الضرر بالبلانكتون التي تعد اساساً لبقاء الأحياء المائية الطافية.
2. الاصابة بالعديد من الامراض لاسيما سرطان الجلد وتدمير الجينات.
3. القضاء على الكائنات الحية المجهرية في البر والبحر.
4. تعرض المحاصيل الزراعية للعديد من الامراض ومن ثم موتها.
5. احداث تغييرات جذرية في المناخ.

### تلوث الهواء وصحة الانسان

ان التعرض اليومي لكميات قليلة من الهواء الملوث قد يسبب مشكلات صحية خطيرة، فالاطفال والمسنون والمصابون بالربو والحساسية ومشكلات في الرئة وفي القلب معرضون بصفة خاصة لتاثيرات الهواء الملوث اذ نلاحظ من الجدول (4-2) بعض التأثيرات القصيرة الامد والتاثيرات البعيدة الامد الامر الذي يوضح الاثر الخطير لتلوث الهواء.

**الجدول (4-2) يبين تاثيرات تلوث الهواء في جسم الانسان**

| تأثيرات قصيرة الامد | تأثيرات بعيدة الامد |
|---|---|
| صداع ، غثيان ، تهيج العيون والانف والحنجرة ، سعال ، التهاب اجهزة التنفس العلوية، تفاقم الربو. | انتفاخ الرئة، سرطان الرئة ،تفاقم امراض القلب |

### الوسائل الكفيلة لحل مشكلة تلوث الهواء

1. حرق الوقود بكفاية تامة في الآت الاحتراق الداخلي لكي يتحول الكاربون الى $CO_2$ وليس الى $CO$ الأكثر سمية.
2. تطوير مرشحات عوادم السيارات ليتم فيها تحويل الغازات الملوثة للبيئة الى غازات غير ملوثة.
3. ايجاد مصادر بديلة للطاقة الملوثة لاسيما الوقود الاحفوري.
4. سن القوانين والانظمة التي تحد من تفاقم ظاهرة التلوث بانواعه المختلفة.
5. تشديد الرقابة على ناقلات النفط وانزال اشد العقوبات على المتسبب في تلوث مياه البحار.
6. تقليل استعمال السيارات المعتمدة على حرق الوقود وتشجيع الرياضة لاسيما المشي او ركوب الدراجات الهوائية.
7. تشجيع الافراد على ركوب وسائط النقل العامة لتقليص عدد السيارات التي تستهلك قدراً كبيراً من الطاقة بعد وضع ضوابط تحدد كميات الغازات المنبعثة من وسائط النقل العامة .

### هل تعلم

ان غاز اول اوكسيد الكاربون يعد خطراً على صحة الانسان، ويسبب له التسمم اذ ان هذا الغاز يحل محل الاوكسجين ويتفاعل مع الهيموكلوبين ويمنع وصول الاوكسجين الى الجسم، ومن ثم يسبب له التسمم وينتج هذا الغاز بشكل رئيس من عوادم السيارات.

## 7-4 التلوث الكيميائي Chemical Pollution

### مؤشرات الأداء

- يتعرف الى التلوث الكيميائي.
- يتعـرف الـى مصـادر التلوث الكيميائـي.
- يعدد انـواع الملوثات الصناعية.

يعدّ التلوث الكيميائي من اكثر انواع التلوث التي تـهتم به الدراسـات البيئية لأنه يعـد الملـوث الرئيـس لـجميع انواع التلـوث المـادي (الهواء - الماء - التربة) ويشكل التلوث الكيميائي خطراً على البيئة والنظام البيئي بسبب تعدد المصادر التي تطرح الى البيئة وسوف نستعرض هذه المصادر بايجاز وكما يأتي :

### مصادر التلوث الكيميائي

#### 1. المصادر الصناعية Industrial sources

يحدث هذا النوع من التلوث بفعل نشاطات الانسان الصناعية وتتمثل هذه المصادر في الملوثات التي تطرحها المؤسسات الصناعية ، وتختلف هذه الملوثات في درجة تلوثها للبيئة اعتماداً على عوامل متعددة منها نوع الصناعة، وكمية الانتاج الصناعي، اذ تحتوي مياه الصرف الصناعية على العديد من الملوثات سواء كانت مواد طافية كالزيوت والدهون او مواد عالقة او مذابة كالاحماض والقلويات والفينول والسيانيد أو عازلة على هيئة ابخرة او غازات متصاعدة.

وتؤدي هذه المصادر الى تلوث الهواء من خلال تلك الغازات المنبعثة من حرق الوقود او تلوث الانهار عن طريق مياه الصرف الصناعية الى المصادر المائية او تلوث التربة كما مبين في الشكل (4-13).

**التلوث الكيميائي**

هو جميع المواد الكيميائية بحالاتها الغازية والسائلة والصلبة التي تتصف بفاعليتها أوسميتها او قابليتها للانفجار، الامر الذي ينجم عنه خطر على البيئة والصحة العامة.



الشكل (4-13)
تلوث المياه

### نشاط

هل يوجد بالقرب من محلتك السكنية احد المصادر الصناعية الملوثة للتربة او المياه، اكتب تقريراً عن ذلك التلوث وناقشه مع زملائك ومدرسك.

## 2. المصادر النفطية Oil sources

تنوعت مصادر الصناعات النفطية بين السائلة والغازية والصلبة وقد احدثت تأثيرات خطيرة على البيئة من خلال طرح ملوثاتها وتنوعها الى البيئة .وتتباين تلك المصادر في تلوثها للبيئة اذ يمكن ان تعتمد مصادرها في تلوث الهواء والماء والتربة وكمايلي:

### أ. تلوث الهواء Air pollution

على الرغم من كثرة استعمال الوقـود الاحفوري ومزاياه المتعـددة وأهميته في مجالات الحياة كافة، الا ان لاستعماله سلبيات عديدة منها انه يطلق عند احتراقه الكثير من الغازات مثل ثنـائي اوكسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين وثنائي اوكسيد الكاربون والهيدروكاربونات التي تؤدي الى ارتفاع حرارة الأرض (Global Warming) وتكون المطر الحامضي وتسبب الكثير من أمراض الرئة.

### ب. تلوث الماء Water pollution

وتعد هذه المصادر من اخطر انواع الملوثات وذلك لقدرتها على الانتشار السريع على سطح الماء، وتظهر تلك المصادر من خلال عمليات تسرب النفط الى المصـادر المائية بسبب تصادم النـاقلات او الحـوادث التـي تتعرض لـهـا فـي اثنـاء الشـحن او التفريـغ او النـقل لاحـظ الشكل (4-14)، وتحتوي هذه المصادرعلى العديد من الملوثات مثل الفينولات والكحول والمركبات الاوروماتية والدهون والزيوت وبعض المخلفات العضوية والفلزات والمعادن الثقيلة.



الشكل( 4-14)
ناقلة نفط غارقة ( تسرب النفط الى الماء)

### ج. تلوث التربة Soil pollution

وينتج عن طريق القاء المخلفات السائلة او الصلبة الى التربة، الامر الذي يؤدي الى تلوثها بالعديد من المصادرالتي ذكرت سابقاً .

**مؤشرات الأداء**

- يتعرف الى التلوث النفطي.
- يبين المصادر النفطية التي تؤدي الى تلوث الهواء.
- يتعرف الى المصادر التي تؤدي الى تلوث المياه.
- يحدد المصادر التي تؤدي الى تلوث التربة.

**فكر**

عدد ثلاث ملوثات رئيسة طبيعية؟

**نشاط**

اجمع صوراً من شبكة المعلومات الدولية الانترنت تمثل التلوث النفطي للماء والتربة، واعرضها في لوحه جدارية في المدرسة .

## مؤشرات الأداء

- يتعرف الى الاسمدة الكيميائية .
- يفهم معنى المبيد وآثاره السلبية .

## 3. الأسمدة الكيميائية Chemical Fertilizers

لقد ادى إسراف الانسان في استعمال الاسمدة الكيميائية الى تعدد صور التلوث البيئي للماء والتربة، اذ تحتوي الاسمدة على العديد من المواد الكيميائية مثل النتروجين اذ تحتوي الاسمدة النتروجينية على 77% من النتروجين والفوسفات التي تحتوي على 69% من السوبر فوسفات والبوتاسيوم والنترات وغيرها من المواد الكيميائية.

وتظهر صور التلوث بالاسمدة من خلال الافراط في استعمالها لتعويض النقص الحاصل في خصوبة التربة الامر الذي يؤدي الى تلوث التربة بتلك المركبات لاحظ الشكل (4-15)، ويمكن ان تصل تلك المركبات الى المصادر المائية عن طريق مياه الامطار او جرف التربة ومن ثم تلوث المياه بتلك المركبات.

**المبيـــد**

مصطلح يـطلق علــى كل مادة قادرة على ابادة الافات الزراعية والحشرية عن طريق مركبات وعناصر سمية الاصل.



الشكل (4-15) الأسمدة الكيميائية

## 4. المبيدات

على الرغم من الاثر الايجابي للمبيدات الذي يتمثل بالقضاء على الافات الزراعية الا ان له تاثيراً سلبياً في البيئة لان اغلب المبيدات تكون ثابتة وغير قابلة للتحلل وتبقى مدة طويلة في البيئة لاسيما تلك الحاوية على الزرنيخ والزئبق والفسفور والهيدروكاربونات والكلور، وتؤدي تلك المركبات الى تلوث التربة بسبب الاستعمال المفرط لها ويمكن ان تصل آثارها الى النبات بسبب سوء الاستعمال، وقد تؤدي تلك المصادر الى تلوث المياه عن طريق انجراف التربة بسبب مياه الامطار او عن طريق الرش بواسطة الطائرات.لاحظ الشكل (4-16).



الشكل (4-16)
رش المبيد بالطائرات

## تلوث المياه water pollotion

### هناك عدة أصناف من ملوثات المياه نذكر منها:

1. مستهلكات الاوكسجين : وتشمل المركبات العضوية التي يتطلب تحللها استهلاك الاوكسجين، كما يجري في شبكات التخلص من المياه القذرة الاتية من الاستعمال المنزلي، وأكثر هذه الملوثات هي الملوثات الحية التي يزداد عددها بزيادة السكان فيقل بذلك الاوكسجين الذائب في الماء، مما يؤدي الى فناء الأسماك والأحياء المائية الاخرى.

2. مسببات الأمراض : كالأحياء المكروبية الدقيقة التي تصل الى مياه الشرب فتلوثها وبذلك يكون الماء وسطاً لنقل الجراثيم.

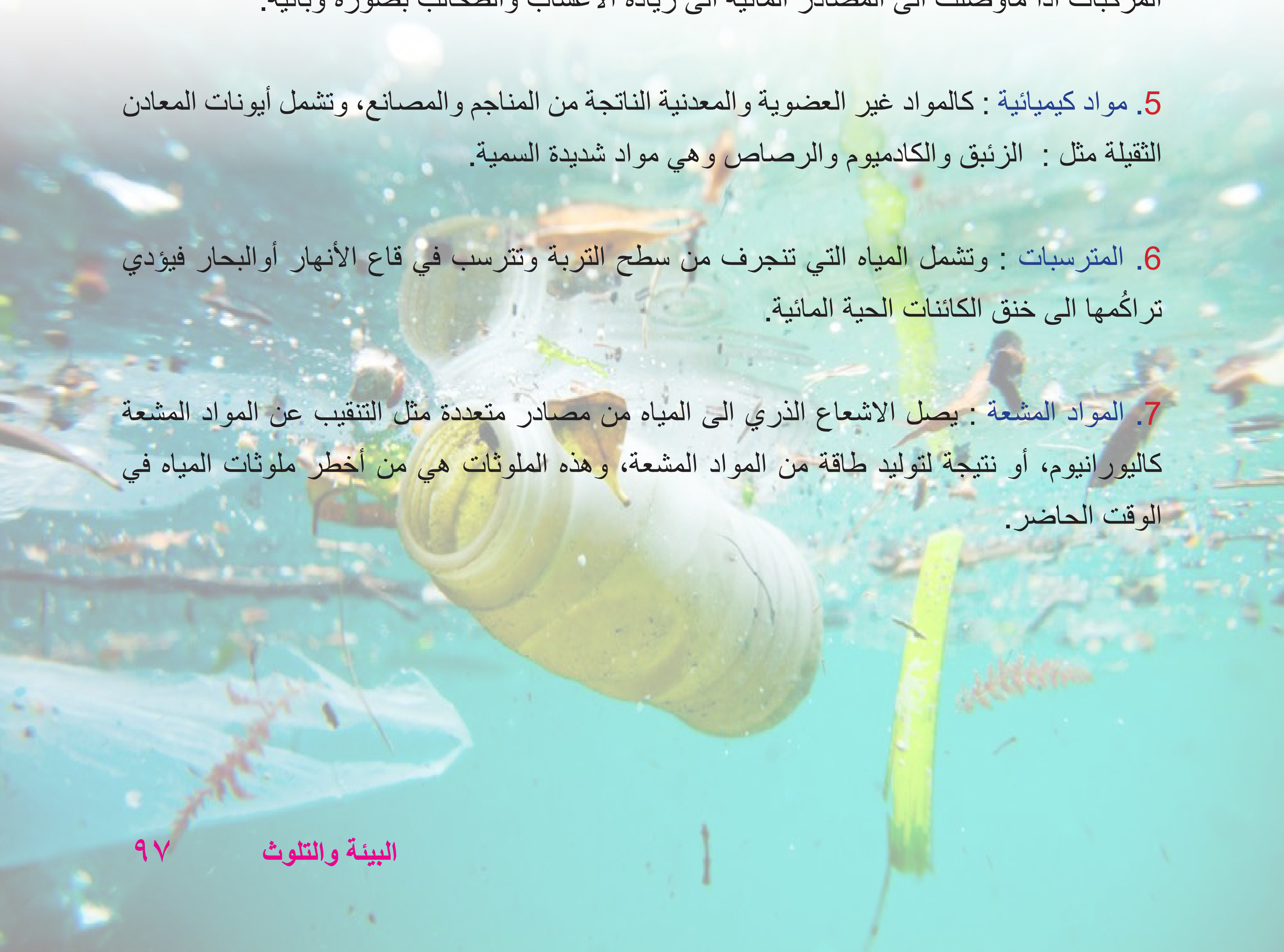
3. المركبات العضوية المصنعة : كالمنظفات المنزلية والمنظفات الصناعية والمبيدات وغيرها من المواد الكيميائية.

4. الأسمدة : كالمواد النتروجينية والفوسفاتية التي تضاف بهدف زيادة خصوبة التربة وتؤدي تلك المركبات اذا ماوصلت الى المصادر المائية الى زيادة الأعشاب والطحالب بصورة وبائية.

5. مواد كيميائية : كالمواد غير العضوية والمعدنية الناتجة من المناجم والمصانع، وتشمل أيونات المعادن الثقيلة مثل : الزئبق والكادميوم والرصاص وهي مواد شديدة السمية.

6. المترسبات : وتشمل المياه التي تنجرف من سطح التربة وتترسب في قاع الأنهار أوالبحار فيؤدي تراكُمها الى خنق الكائنات الحية المائية.

7. المواد المشعة : يصل الاشعاع الذري الى المياه من مصادر متعددة مثل التنقيب عن المواد المشعة كاليورانيوم، أو نتيجة لتوليد طاقة من المواد المشعة، وهذه الملوثات هي من أخطر ملوثات المياه في الوقت الحاضر.



## الجدول الآتي يبين مسببات التلوث ومصادرها

| عوامل التلوث | مصادرها وعواقبها |
|---|---|
| ثنائي اوكسيد الكاربون | عمليات الاحتراق في الصناعة والتسخين المنزلي والعربات المشغلة بمحرك. يعتقد بعض العلماء ان تراكم هذا الغاز في الهواء قد يؤدي الى ارتفاع درجة الحرارة على سطح الأرض. |
| احادي اوكسيد الكاربون | عمليات الاحتراق غير التام في صناعة الحديد ومعامل تكرير النفط والعربات المشغلة بمحرك. ويعدّ هذا الغاز ساماً. |
| ثنائي اوكسيد الكبريت | عمليات الاحتراق: يتسبب تلوث الهواء بهذا الغاز في تفاقم أمراض الجهاز التنفسي وفي الأمطارالحامضية التي تتلف النباتات والمباني. |
| الفوسفات | يوجد في المياه المستعملة ويصدر عن الاستعمال غير الصحيح للأسمدة الفوسفاتية والمنظفات وفضلات تربية المواشي. وتعدّ هذه المادة عاملاً أساسياً في تلوث الأنهار والبحيرات. |
| الزئبق | استعمال المحروقات ومعامل توليد الطاقة الكهربائية وصناعة الصباغة وتحضير عجين الورق. يلوث الزئبق المنتوجات البحرية وهو سم يتسبب تراكمه في الجسم باصابة الجهاز العصبي بالتلف. |
| الرصاص | استعماله كمادة مضادة للتفجر بعد اضافته الى النفط. وفي الصناعة الكيميائية ومبيدات الحشرات. ويعدّ الرصاص مادة سامة تسبب اضطرابات في وظائف الجسم. |
| النفط | استخراج النفط من تحت البحار، وحوادث حاملات النفط. يتسبب النفط في اضرار خطيرة للوسط إذ حيث يؤدي الى اتلاف الكائنات الحية وتلوث الشواطئ. |
| D.D.T والمبيدات الحيوية الاخرى | استعمال هذه المواد قصد رفع المردودية الزراعية. تتسبب هذه المبيدات في ابادة القشريات والاسماك وتلوث اغذية الإنسان حيث تعد مواد مسرطنة كما تقضي على الحشرات النافعة. |
| الاشعاعات | انتاج الطاقة النووية وصناعة وتجريب الأسلحة الذرية. كما تسبب هذه الاشعاعات أورام سرطانية وطفرات وراثية. |

## 8-4 التلوث الضوضائي Noise Pollution

يعد التلوث الضوضائي سمة مميزة للمدن المزدحمة وعنصراً حديثاً يسهم مع العناصر الملوثة للبيئة في صور التلوث البيئي.
وتحدث الضوضاء نتيجة زيادة الحركة السكانية والمرورية والنشاط الصناعي والعمراني والترفيهي، وتسهم الصناعة بأنواعها المختلفة في زيادة التلوث الضوضائي الذي يعد احد أشكال التلوث الطبيعي لمايحدثه من خلل في التوازن البيئي القائم على الهدوء والسكينة للمدن.
وتلعب المدة الزمنية وشدة الصوت دوراً مهماً في التأثير في الانسان وتتعدد مصادرها واسبابها منها التخطيط العشوائي في استعمالات الارض مثل المعامل والمصانع بين الاحياء السكنية ومن مصادر الضجيج وسائط النقل كالسيارات والقطارات والطائرات ووسائل الاعلام المسموعة والمرئية ومكبرات الصوت، وتعد الضوضاء أحد أنواع التلوث غير المادي فهو يؤدي الى مشكلات تضر بالانسان والحيوان ومن مؤشرات الضوضاء اضعاف السمع وامراض القلب والتوتر العصبي.
ويستعمل مصطلح الديسيبل كوحدة لقياس مستوى شدة الصوت، فعلى سبيل المثال 30 ديسيبل تمثل مستوى شدة الصوت المسموع و 10 ديسيبل تمثل مستوى شدة صوت اوراق الشجر و 90 ديسيبل مستوى شدة صوت الرعد و 120 ديسيبل تمثل حد الصوت الذي يسبب الالم في الاذن، فالصوت الذي تكاد تسمعه الاذن السليمة تماماً يساوي صفر ديسيبل (عتبة السمع).

### أنواع التلوث الضوضائي Types of Noise Pollution

يمكن ان يقسم التلوث الضوضائي على ثلاثة انواع وكما موضحة في الشكل (4-17) أ ، ب ، ج وهي:
1. التلوث المزمن ( وهو التعرض المستمر والدائم لمصدر الضوضاء ويؤدي الى ضعف مستديم في السمع).



الشكل (4-17) أ

### مؤشرات الأداء

- يفهم معنى التلوث الضوضائي ومصادره.
- يتعرف الى وحدة قياس التلوث الضوضائي.

**التلوث الضوضائي**
هو نوع من الاصوات التي تزعج الانسان او تضر به.

### نشاط

هل يوجد بالقرب من محلتك السكنية احد مصادر التلوث الضوضائي اذكره؟ ثم وضح اهم الاثار السلبية المترتبة على ذلك التلوث.

### هل تعلم

أن 60٪ من مصادر الضوضاء تتمثل في حركة وسائط النقل المختلفة.

## مؤشرات الأداء

- يتعرف الى انواع التلوث الضوضائي .
- يعدد طرائق مكافحة التلوث الضوضائي .

2. تلوث مؤقت ( وهو التعرض لزمن محدود لمصادر الضوضاء ومثال ذلك التعرض للمفرقعات ويؤدي الى اصابة الاذن الوسطى او تلف داخلي).




3. تلوث مؤقت دون ضرر ( وهو التعرض لمصادر الضوضاء كضجيج الشوارع والاماكن المزدحمة والورش الصناعية ويؤدي الى ضعف مؤقت في حالة السمع ثم يعود الى حالته الطبيعية).




الشكل (4-17) أ ، ب ، ج
تلوث ضوضائي

### طرائق مكافحة التلوث الضوضائي

1. نشر الوعي بين المواطنين عن طريق وسائل الاعلام المختلفة والتوعية بأخطار الضوضاء على الصحة العامة .
2. منع استعمال مكبرات الصوت والاجهزة ذات الاصوات العالية في المنازل.
3. استعمال المواد العازلة للصوت في بناء المنازل والمعامل والمدارس للتقليل من اثار الضوضاء المترتبة عليها.لاحظ الشكل (4-18).
4. الغاء تراخيص الاسلحة النارية مثل استخدام الاسلحة في المناسبات العامة.
5. القيام بحملات توعوية في المجتمع من اجل القضاء على العادات والتقاليد البالية ومايترتب عليها من اثار سلبية مثل المناسبات والاعياد.



الشكل (4-18)
مواد عازلة لتقليل آثار الضوضاء

## 9-4 التلوث الاشعاعي Radiation

يعد أخطر أنواع التلوث على الاطلاق هو التلوث الاشعاعي، اذ يواجه الانسان خطراً كبيراً يتمثل في تعرضه للعناصر المشعة وماتسببه تلك العناصر من مخاطر صحية، قد تكون ذات اثر كبير في حياته يمكن ان تنعكس آثارهُ على اجياله القادمة.

### مصـــادر التلـــوث الاشعـــاعي Sources Of Radiation

**وتقسم على قسمين هما :**

### أولا - المصـــادر الطبيـــعية وتشمل :

**1.الأشعة الكونية :**

وهي الأشعة التي تنفذ الينا من الفضاء المحيط بالكرة الارضية ومصدرها المجرات والشمس، وتنقسم على ثلاثة أنواع هي الاشعة الكونية الاولية والاشعة الكونية الثانوية والاشعة الشمسية.

**2.البيئة الارضية :**

تنتشر المواد المشعة في القشرة الارضية وتعطي جرعة اشعاعية للانسان تزيد احياناً على الاشعة الكونية، على سبيل المثال عنصر اليورانيوم.

**3. مواد مشعة قريبة من سطح الارض:**

وهي مواد مشعة غازية مثل الكاربون والرادون والثورون.فالرادون غاز مشع يتم الحصول عليه من بعض انواع الصخور والتربة. ليس له رائحة أو لون، يتسرب الى الاساسات والطوابق السفلية للمباني ويتسبب في الاصابة بسرطان الرئة.

**4. مواد مشعة موجودة في المياه:**

تنتشر الكثير من المواد المشعة في مختلف أنواع المياه ويعتمد ذلك على مصدر المياه فمياه البحار تحتوي على اعلى تركيز للبوتاسيوم ومياه النافورات يزداد فيها عنصر الرادون ويعد عنصر اليورانيوم من اكثر العناصر التي توجد في المياه الجوفية.

**مؤشرات الأداء**

- يتعرف الى معنى العناصر المشعة.
- يوضح مصادر التلوث الاشعاعي الطبيعية والصناعية.
- يتعرف الى الاثار البايولوجية للتلوث الاشعاعي.

**التلوث الاشعاعي**

التلوث الناتج عن طاقة الاشعاع التي تكون على شكل جسيمات (دقائق) سريعة او موجات كهرومغناطيسية ، تبقى في البيئة احياناً لفترات زمنية طويلة جداً.

**العناصر المشعة**

هي تلك العناصر التي تكون انويتها غير مستقرة حيث تتعرض النواة الى التآكل، وبسببه يحدث الاشعاع وهناك ثلاثة انواع من الاشعاعات هي أشعة كاما وجسيمات الفا وبيتا.

**هل تعلم**

هنالك الكثير من الامثلة على التلوث الاشعاعي منها انفجار مفاعل تشيرنوبل عام 1986 اذ استمر لب المفاعل متوهجاً بضعة اسابيع، وقنبلتا الولايات المتحدة الامريكية على هيروشيما وناكازاكي عام 1945 التي ادت الى مقتل 120,000 شخص وتشوه نحو 100,000 شخص.

## ثانياً - المصادر الصناعـية :

### 1 التفجيرات النووية:

تجري في الجو على ارتفاعات مختلفة او تحت الماء او تحت الارض ويعتمد التلوث الناجم عنها على نوع وقوة هذه التفجيرات وكمية المواد الانشطارية الناتجة عنها.

لاحظ الشكل (4-19)



الشكل (4-19)

تفجير نووي

### 2 المفاعلات النووية:

تنحصر خطورة انشاء وتشغيل المفاعلات النووية في عدة جوانب منها اختيار الموقع الانسب والبعيد عن السكان واماكن الزراعة ومجاري المياه السطحية والجوفية فالحوادث التي تحدث عند هذه المفاعلات تسبب خطراً شديداً على البيئة.

لاحظ الشكل (4-20).



الشكل (4-20)

مفاعل نووي

### 3 المصادر الاشعاعية للاغراض الطبية:

تستعمل هذه المصادر في الاغراض الطبية مثل التشخيص او العلاج بالاشعة السينية والعلاج الاشعاعي.

لاحظ الشكل (4-21).



الشكل (4-21)

العلاج الاشعاعي الطبي

### 4 المصادر الاشعاعية الصناعية:

تأتي هذه المصادر من مصادر مختلفة منها التصوير الاشعاعي وتعقيم الاطعمة والادوية بواسطة الاشعاع.

لاحظ الشكل (4-22).



الشكل (4-22)

تعقيم الادوية بالاشعاع

## الاثار البايولوجية للتلوث الاشعاعي:

عند دخول المواد المشعة الى الجسم ووصولها الى الدورة الدموية يتم توزيعها على جميع انسجة الجسم طبقاً للصفات والخصائص الكيميائية للعناصر والمركبات التي تكون هذه المواد وتشمل الاثار الضارة للاشعاع في الجسم البشري.

**معلومة علمية**

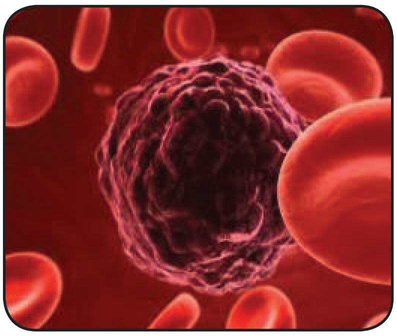
عنصر الرادون هو السبب الثاني للاصابة بسرطان الرئة في الولايات المتحدة الامريكية، اما السبب الرئيس الاول فهو التدخين.

### 1 - آثار جسدية :

وهي المخاطر او الاثار التي تصيب انواع الخلايا الجسمية كافة أي ان اعراضها او اثارها تظهر على الكائن الحي نفسه الذي تعرض للاشعاع ومنها التحول السرطاني لبعض الانسجة التي توجد فيها المواد المشعة والعقم وسرعة الهرم والحد من مقاومة الجسم للامراض وكما موضح في الصور في ادناه .



سرعة الهرم



التحول السرطاني للانسجة

### 2 - آثار وراثية :

وهي الاثار التي تظهر اعراضها في ذرية الكائن الحي الذي تعرض للاشعاعات نتيجة لتلف اعضائه الجسدية، لانها تؤثر على الصبغات الجينية للاحياء مما يسبب تشوهات خلقية ولاتقتصر الاثار السلبية على الانسان فقط، وانما تشمل الحيوان والنبات، كما موضح في الصور في ادناه .





تاثير الاشعاع على الحيوان والنبات



فتاة تعرضت للاشعاع الوراثي

## 10-4 التلوث الضوئي Light Pollution

التلوث الضوئي

هــو التغييرات الوظيفية في الانظمة البيئية بسبب الاضاءة الاصطناعية في البيئة الليلية لاسيما اثارها المترتبة على الكائنات الحيوانية والنباتية.

يقصد بالتلوث الضوئي الانزعاج المترتب على الاضاءة غير الطبيعية ليلاً واثار الافراط في الانارة الاصطناعية الليلية واعلانات الشاشات الضوئية الكبيرة في الانظمة البيئية وفي صحة الانسان.

لاحظ الشكل ( 4-23) أ ، ب.



الشكل (4-23) أ
شجرة ضوئية
(تلوث ضوئي)

### هل تعلم

ان التلوث الضوئي يؤثر بنسبة 36 ٪ في عيون حديثي الولادة ؟





الشكل (4-23) ب
الاضاءة الليلية
(تلوث ضوئي)

# مراجعة الفصل

## المفردات والمفاهيم

**السؤال 1** وضح المفردات والمفاهيم الاتية:

1. البيئة والنظام البيئي
2. التلوث والملوثات
3. الاوزون الارضي والاوزون الموجود في طبقات الجو العليا.
4. الآثار الجسدية والآثار الوراثية للتلوث الاشعاعي.

**السؤال 2** مالمقصود بالمصطلحات الاتية:

( التلوث الضوئي ، التلوث الكيميائي ، المطر الحامضي ، الضباب الدخاني ، المبيد )

## اجابات قصيرة

**السؤال 3**

**أ -:أجب عما ياتي باختصار:**

1. مالمصادر الصناعية للتلوث الاشعاعي؟
2. مالاسبستوس؟
3. لخص تأثير الامطار الحامضية على التربة؟
4. ماتأثير ملوثات الهواء على صحة الانسان؟
5. ماالتلوث النفطي؟
6. اذكرأنواع التلوث الضوضائي؟

**ب - ميز بين كل مما ياتي:**

1. البيئة الطبيعية والبيئة المشيدة؟
2. التلوث المرئي والتلوث غير المرئي ؟
3. العناصر المشعة والاشعة الكونية؟

## الافكار الرئيسة

**السؤال 4** **اختر الاجابة الصحيحة لكل مما ياتي:**

1 اي مما يأتي يساهم في تحلل الاوزون

أ. ثنائي اوكسيد الكاربون    ب. الفلوروكاربون    ج. الرادون    د. أول اوكسيد الكاربون

2 مانوع التلوث الناتج عن تفاعل ضوء الشمس مع الغازات المنبعثة من احتراق الوقود الاحفوري

أ. الضباب الدخاني    ب. المطر الحامضي    ج. الأشعة فوق البنفسجية    د. الاوزون

3 أي الظواهر الاتية ليست من الملوثات:

أ. غازات عوادم السيارات    ب. دخان المصانع    ج. المطرالحامضي    د. الشمس

4 أي الغازات الاتية تشكل النسبة الأكبر من مكونات الهواء :

أ.الاوكسجين    ب. بخار الماء    ج. النتروجين    د.الهليوم

5 أي من المصطلحات الاتية يستعمل لقياس مستوى شدة الصوت :

أ.PH    ب. الاسبتسوس    ج. الديسيبل    د. الاشعة السينية

6 كم من الوقت تبقى مركبات الكلوروفلوروكاربون (CFCS)نشطة في الستراتوسفير؟

أ. 10 الى 50 سنة    ب. 30 الى 60 سنة

ج. 60 الى 120 سنة    د. 150 الى 500 سنة.

## استعمال الصور والاشكال التوضيحية

**السؤال 5** **إقرأ الصورة في ادناه للإجابة عن الاسئلة :**




1 ماذا نشاهد في تلك الصورة؟

2 ماأهمية طبقة الاوزون؟



5

الفصل الخامس

# المتحجرات والزمن الجيولوجي

تصورلشكل الحياة في العصر الطباشيري مأخوذة عن أشكال المتحجرات الحيوانية والنباتية والبيئة القديمة والمناخ القديم لهذا العصر.

## 1-5 مقدمـــــة

تشاهد في الصورة أدناه قطعة حجرية فيها آثرٌ لهيكل سمكة



عاشت هذه السمكة في الماضي ثم ماتت وانطمرت لسنين عدة ، لقد كان هذا الصخر في الماضي طينا ، ولولا ذلك لما انطبع عليه اثر السمكة. ان شكل هذه السمكة مختلف عن شكل الاسماك التي تعيش في النهر وهي تشبه السمك البحري . وبذلك فان هذا الحجر تكوَّن في البحر وهو جزء من منطقة كانت مغمورة بمياه البحر .

نطلق على هذه الاثار تسمية متحجرات أو أحافير سواء كانت (نباتيةً كانت أم حيوانية) التي عاشت في الماضي، ثم ماتت وانطمرت لسنين عدة .

- **فما أشكال هذه المتحجرات ؟**
- **ولماذا لم تترك جميع كائنات الماضي اثاراً او بقايا متحجرة ؟**
- **وكيف تَّكون هذا المتحجر؟**
- **وما اهمية هذه المتحجرات في تحديد عمر الارض ؟**

**كل تلك الاسئلة ستتعرف على اجابتها من خلال دراستك لهذا الفصل.**

### مؤشرات الأداء

- يتعرف الى مفهوم المتحجرات.
- يعدد اشكال المتحجرات.
- يشرح طرائق حفظ المتحجرات.
- يوضح أهمية المتحجرات.

### المفردات والمفاهيم

- المتحجرات
- التحجر
- التجميد
- الاحلال المعدني
- التصخر
- التفحم
- القالب والطابع
- المتحجرات الدالة
- الدهر
- الحقبة
- العصر
- العهد
- انقراض جماعي
- الماموث

المتحجرات

بقايا واثار كائنات حية عاشت في الماضي ثم ماتت وانطمرت لسنين عدة.

## 2-5 اشكال المتحجرات



تحوي متاحف العلوم الطبيعة في العالم ومن ضمنها متحف التاريخ الطبيعي العراقي، على العديد من نماذج المتحجرات ممثلة لأعمار مختلفة من التأريخ الجيولوجي للأرض. فبعضها على هيئة هياكل عظمية كاملة لاحظ الشكل (5-1).

الشكل (5-1)
هيكل عظمي متحجركامل لحيوان الماموث

أو قطع مبعثرة من العظام وبعضها أصداف أو قوالب لاحظ الشكلين ( 5-2 و5-3).



الشكل (5-2)

قطع مبعثرة لعظام حيوان.



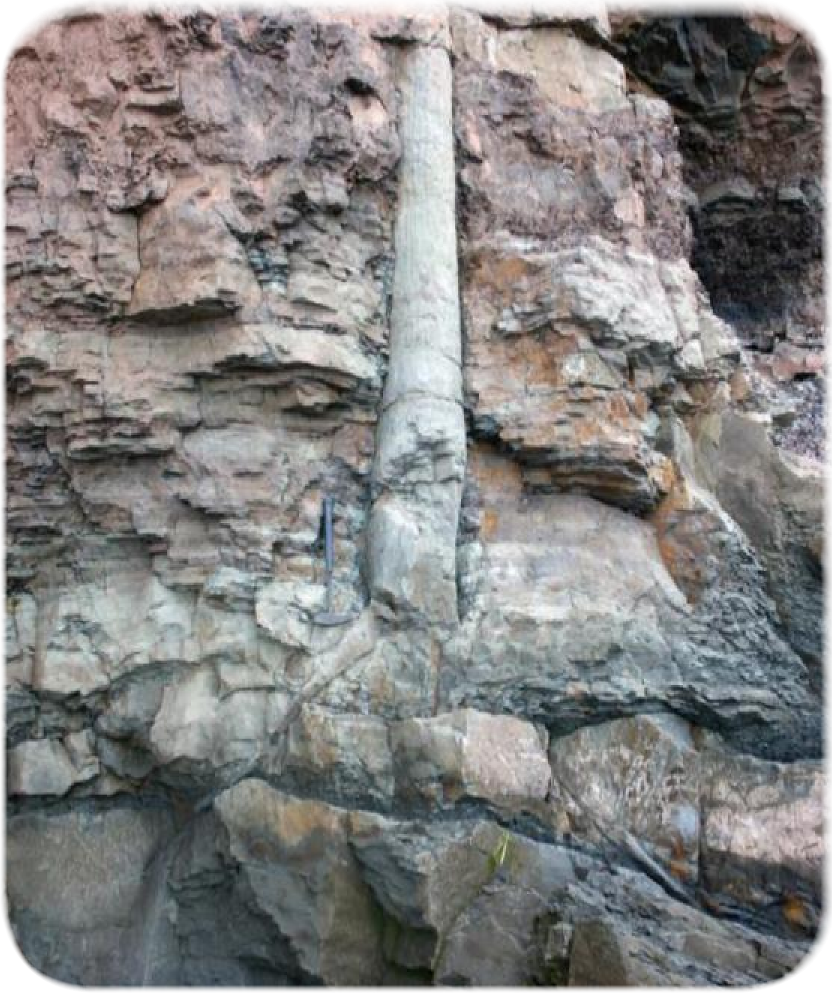


الشكل (5-3)
قالب حشرة اليعسوب متحجرة

أو قـد تكــون جذوعـاً أو اغصانــاً أو اوراقـاً لمختـلف النبــاتات. لاحـظ الشكليـن ( 5-4 ) و( 5-5 ).



الشكل ( 5-4) أغصان وأوراق نباتات محفوظة في الصخور

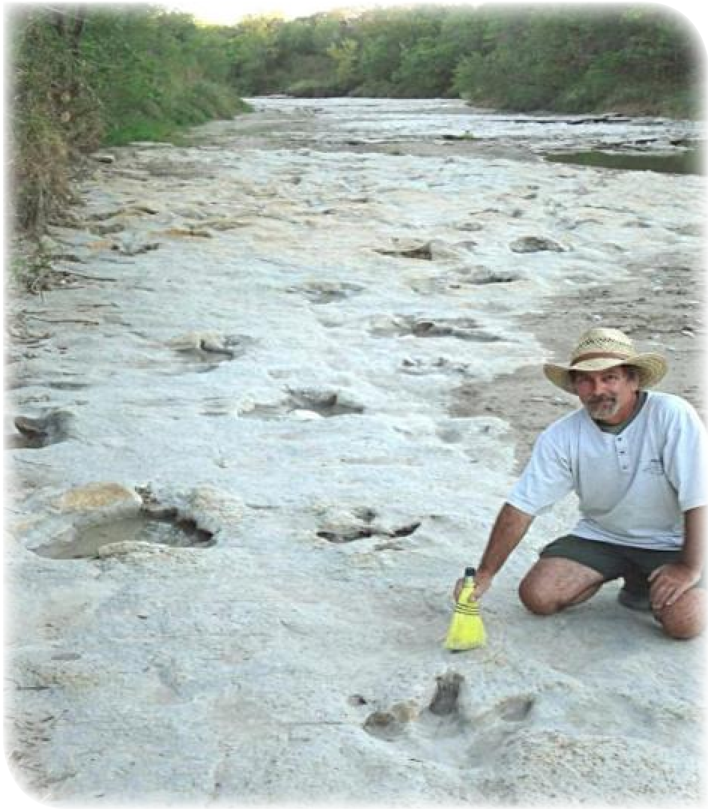


**معلومة علمية**

عندما يتفجر الاسفلت، يتدفق سائلاً لزجاً مكوناً بركاً على سطح الارض. وقد عرفت منذ الاف السنين ترسبات الاسفلت في العراق، وبعض هذه البرك حفظت عدة أنواع من الكائنات الحية لالاف السنين مما سهل للعلماء دراسة تلك المتحجرات.

الشكل (5-5)
جذع شجرة متحجر ومحفوظ داخل الصخور

وتشاهد ايضا اشكالاً مختلفة لآثار الحركة قد تكون آثار أقدام او آثار زحف كما في الشكلين ( 5-6 ) و (5-7).



ما سبب كثرة الاحافير البحرية مقارنة بالاحافير البرية ؟

فكر

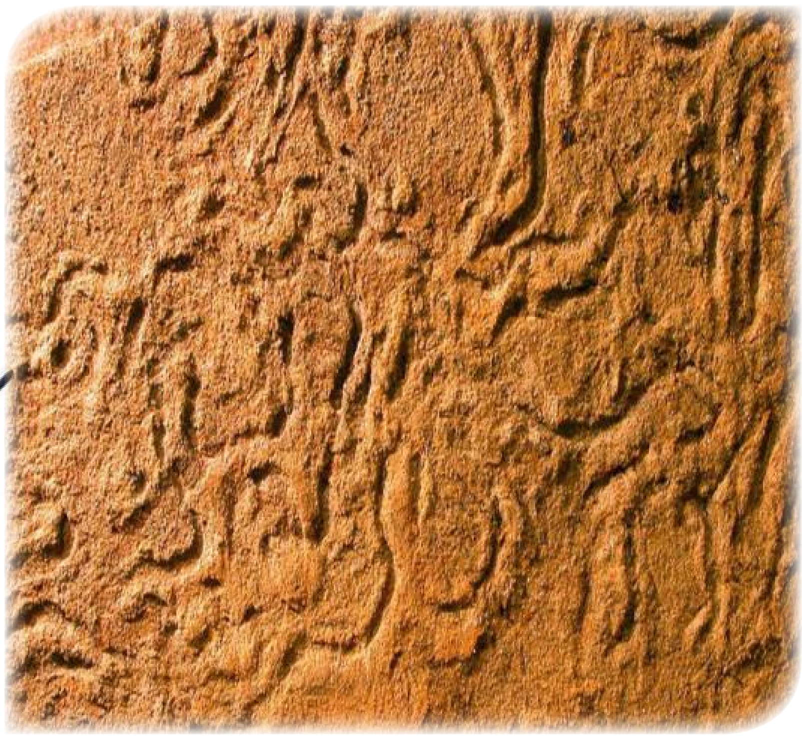
الشكل (5-6)

آثار أقدام للكائنات الحية (ديناصور) محفوظة على سطح ترسبات مشى عليها الكائن الحي ومن ثم تصلبت لاحقاً بشكل صخور.

## هل تعلم

العلم الذي يدرس بيئة الماضي يسمى علم البيئة القديمة، ويقوم بأستخدام المعلومات عن المتحجرات في الماضي كجزء لدراسة الكائنات الحية المتحجرة وبقاياها المرافقة مثل الاصداف أو الاسنان .

أن هذه البقايا والآثار تستخدم في التعرف الى الحياة القديمة في الماضي وتاريخ الأرض ومناخها وتطور الكائنات الحية منذ نشأت الارض الى وقتنا الحاضر.





الشكل( 5-7)

آثار زحف الديدان محفوظة في الصخور

## 3-5 شروط حفظ المتحجرات

كما تعرف عزيزي الطالب ، ان اي حيوان بعد موته لايلبث ان يتلف كل من لحمه وعظامه بشكل تدريجي او تتغذى عليه الكائنات المجهرية في التربة بحيث يزول اي اثر له بعد مدة من الزمن.

ان ما موجود في القشرة الارضية من متحجرات قليل جدا مقارنة مع ما كان موجوداً على سطح الكرة الارضية من احياء نباتية او حيوانية خلال التاريخ الجيولوجي. والسبب الرئيس يكمن في عدم توفر الظروف الملائمة التي تؤدي الى حفظ تلك الاحياء بعد موتها . ان حفظ اي كائن حي او جزء منه بعد مماته يرتبط بعاملين اساسيين هما :

1 - ان يكون للكائن الحي هيكل صلب او غلاف خارجي صلب والذي يعكس الشكل العام لذلك الكائن الحي بعد تفسخ اجزائه الرخوة.

2 - ان يدفن الكائن الحي دفناً سريعاً ومباشراً بعد مماته، ويؤدي ذلك الى حفظ هيكله واجزاءه الصلبة من التفتت والتحلل تحت تاثير عوامل الطبيعة (تجوية وتعرية) حينما تكون مكشوفة على السطح.

### نشاط

إعمل بنفسك قالبا لقدمك وذلك بادخالها في مادة رملية او طينية واتركهــا مدة كــي تجف وبعــد جفافهـــا اسكب فـي مكانها مـادة البورك او الجص فماذا سيحصل ؟

## 4-5 طرائق حفظ المتحجرات

**التحجر :** مجمل العوامل والتغيرات التى يمر بها الكائن الحي بعد مماته والتي تؤدي الى حفظ اجزائه الرخوة او الصلبة كلياً او جزئياً او حفظ هيئته بشكل القالب والطابع او حفظ آثار فعالياته الحياتية. وتحفظ بقايا الكائنات الحية او آثارها بطرائق التحجر **(Fossilization)** المختلفة وهي كما ياتي:

**التحجر**
مجمل العوامل والتغيرات التى يمر بها الكائن الحي بعد مماته، والتي تؤدي الى حفظ اجزائه الرخوة او الصلبة كلياً او جزئياً.

1 - **حفظ الاجزاء الرخوة :**

يمكن حفظ جسم الكائن الحي بصـورة كاملة بما فيـه اجزاؤه الرخـوة بعيدا عن التفسـخ والتـحلل بهيئـة جيـدة كما يحصـل بواســطة **التجـميد** (Freezing) ومثال على ذلك جثث حيوان الماموث التي دفنت وحفظت في الكتل الجليدية الضخمة في سيبيريا، لاحظ الشكل (5-8).

**التجميد**
أحـدى طرائق حفظ جســم الكائــن الحي بصورة كاملة بعيدا عن التفسخ والتحلل وبهيئة جيدة.



الشكل( 5-8)
استخراج لهيكل حيوان الماموث محفوظ في الصخـور.

كذلك من الممكن ان تحفظ البقايا العضوية بهيئتها الاصلية داخل الأفرازات الصمغية لبعض الأشجار بعد تحجرها اذ ان سائل الشجرة مادة تتصلب بسرعة فتحفظ الحشرة بداخلها، هذا السائل المتحجر يسمى بالكهرمان او الكهرب (Amber) وحالات كهذه معروفة عن بعض الحشرات والزواحف والتي تحفظ بتغليفها بالصمغ السائل انذاك لاحظ الشكل ( 5-9).



الشكل (5-9)
هيكل كامل لحشرة محفوظ في الكهرمان

## هل تعلم

لقد كانت انجح الطرائق في دراسة التسلسل التاريخي للاحداث الجيولوجية هي طريقة قياس النشاطات الاشعاعية Radioactive Dating التي حدّدت مبادئها عام 1904 ، الا ان تقنيات استعمالها مختبرياً تاخرت حتى عام 1950. وقد قدرت نتائج هذه الدراسات عمر الارض بنحو 4.6 بليون سنة ، علماً ان نحو 85 ٪ من هذا التاريخ يعود الى عصر ما قبل الكامبري .

وهناك طرائق أخرى تحفظ فيها الاجزاء الرخوة مثل التجفيف في البيئات الصحراوية الجافة (كما في حفظ المومياءات المصرية)، او في التربة المشبعة بالنفط او القار التي تعمل على عزل تلك الاجزاء الرخوة عن البكتريا ومن ثم حفظها من التفسخ .

### 2 - حفظ الاجزاء الصلبة :

هذه الطريقة من الحفظ اكثر شيوعاً من حالات الحفظ للاجزاء الرخوة التي تشمل حفظ الهياكل والتراكيب الصلبة المكونة لجسم الكائن الحي، وهذه البقايا الصلبة اما ان تحفظ دون تغيير (Unaltered hard parts) وهذا ما يمكن الحصول عليه في ترسبات العصور الجيولوجية الحديثة وهي قليلة ايضا.

اما الغالبية العظمى من الاجزاء الصلبة فانها تحفظ بطرائق يصاحبها تغيير في التركيب الكيميائي والنسيجي لتلك الاجزاء وفيما ياتي ملخص لتلك الطرائق :

**أ• الاحلال المعدني (Mineral replacement)**

عملية استبدال كامل للمكونات الاصلية بمواد معدنية جديدة. كما تحصل عملية الحفظ لجذع الشجرة باحلال معدن السليكا بدلاً من الخشب كما في الشكل (5-10).

الاحـلال المعدنـي
عمليـة استبدال كامل للمكونات الاصلية بمواد معدنية جديدة.



الشكل ( 5-10)
جذوع أشجار متحجرة بالأحلال المعدني

التصخر

طريقة لحفظ المتحجرات تترسب فيها مواد معدنية داخل فجـــوات واصداف الكائنــات الحية وتكسبها صلابة وقوة.

## ب • التصخر (Petrification)

طريقة يتم فيها ترسيب مواد معدنية داخل الفجوات الموجودة في هياكل واصداف الكائنات الحية التي تكسبها نوعاً من الصلابة والقوة .
ومثال على ذلك المرجان الذي يملأ بالترسبات بعد موته فيصبح اكثر ثقلاً وصلابة لاحظ الشكل (5-11).



الشكل( 5-11)
مستعمرة حيوان المرجان قبل وبعد التصخر

التفحم

طريقة لحفظ المتحجرات بعد موتها تحت ظروف بيئية مختلفة .

## جـ • التفحم (Carbonization)

ان الكثير من الحيوانات والنباتات بعد موتــها وفي ظروف بيئية قليلة الاوكسجين، يحصــل تبخــر للعناصــر المكونــة لها مثــل الهيدروجين والنتروجين والاوكسجين ويبقـــى الكاربـون علـــى شكــل مـــادة متفحمة تغطــي الاجـــزاء الصلبة كمـــا فـــي الشكل (5-12).



خشب متفحم



ثمرة جوز متفحمة

الشكل( 5-12)
حفظ المتحجرات بالتفحم

## 3 - القالب والطابع (Mold and Cast)

هذه الطريقة هي الاكثر شيوعا في حفظ المتحجرات، إذ تحصل بعد طمر الكائن الحي بالترسبات ناعمة الحبيبات. فعلى سبيل المثال عند طمر صدفة المحاريات بالترسبات فسوف تطبع معالمها الخارجية والداخلية في الرواسب المحيطة بها وعندئذ يتكون الطابع . ولو حصلت اذابة لهذه الصدفة بفعل المحاليل الجوفية فستترك مكانها قالباً لشكلها الاصلي، واذا حصل وترسبت مواد في هذا القالب فان هذه المواد تكون مشابهة لشكل الصدفة ولكنها مختلفة من حيث التركيب لاحظ الشكل (13-5).

ويمكن تشبيه ذلك بقوالب الكعك التي تستعملها العوائل العراقية في صنع الكعك في البيت إذ ان الكعك هو الطابع لكل قالب يتم استعماله.

القالب والطابع

طريقة لحفظ المتحجرات، إذ تحصل بعد طمر الكائن الحي بالترسبات ناعمة الحبيبات.

فكر

بماذا يختلف القالب عن الطابع؟



الشكل (13-5)

قالب وطابع لمتحجر لحيوان الأمونايت

### نشاط

كيف تصنع احفورة ؟

1. خذ قطعاً من الطين الاصطناعي (الصلصال) بألوان مختلفة.
2. حضّر كيساً ورقياً يحوي على اشياء مختلفة مثل (قلم ، ملعقة ، ممحاة).
3. اغرز كل قطعة من هذه الاشياء على قطعة الصلصال واضغط عليها بشدة .
4. ارفع هذه القطع من الصلصال ،هل تركت اثراً؟
5. اتركها لليوم التالي ماذا ستلاحظ ؟

النتائج

- الأثر هو احفورة.

## 4 - اثار الفعاليات الحياتية:

وهي الاثار التي تتركها الكائنات الحية على الترسبات غير المتصلبة أو في داخلها مثل اثار المشي والزحف والحفر ومن ثم تتصلب تلك الاثار التي تفيدنا عند دراستها للتعرف الى كيفية معيشة تلك الكائنات في الماضي . أن ما يطرحه الكائن الحي من فضلات وبراز قد يحفظ في الصخور، لكونه بالأساس مواد غذائية تدخل في تركيبها معادن مختلفة، ويسمى (Coprolites). وهو يعدّ دليلاً يمكن من خلاله التعرف الى طبيعة الجهاز الهضمي وطريقة تغذية هذه الكائنات المتحجرة والذي هو جزء من فعالياتها الحياتية.

## 5-5 أهميـــة المتحجرات

- التـعـرف الـــى البيئـــة القديـمـة (Paleoecology) التي عاشت فيها المتحجرات، ومثال على ذلك وجود اثار الاسماك يدل على بيئة مائية اما وجود اثار اقدام الزواحف فانه يعطي دليلاً على بيئة اليابسة .

- التعرف الى المناخ القديم وخير مثال على ذلك وجود هياكل المرجان لتشير الى بيئة ذات مياه ضحلة ودافئة تكون قريبة من خط الاستواء.

- التعرف الى الطبيعة الجيولوجية القديمة للارض فعند دراسة المتحجرات الموجودة على سواحل قارتي افريقيا وامريكا الجنوبية وجد بانها متشابهة مما يدل على ان القارتين كانتا كتلة واحدة انفصلت وتباعدت نتيجة لحركة الصفائح التكتونية. وان المتحجرات تعد احدى الادلة الرئيسة التي دعمت نظرية حركة الصفائح التكتونية (Plate Tectonic Theory) والتي شُرحت سابقاً.

- مـــن خلال وجـــود المتحجرات في الطبقات الصخرية يمكن تحديد العمر النسبي لتلك الطبقات اعتماداً على بعض المتحجرات التي تدعى بالمتحجرات الدالة (Index Fossils)، وهي تتميز بالعمر القصير والأنتشار الجغرافي الواسع.كما موضح بالشكل ( 5-14).

### نشاط

استعمل عدسة مكبرة والة تصوير ودفتر ملاحظات باستكشاف ماحولك في حديقة المنزل اوالحقل ، للتعرف الى بعض اثار الكائنات الحية التي تعيش حولك، ستجد اشكالا مختلفة من الاثار، قم بتصويرها وثبت ملاحظاتك عنها.

وحاول ارجاع كل اثر الى الكائن الحي الذي تركه.

**المتحجرات الدالة**

متحجرات توجد في الطبقات الصخرية يمكن من خلالها تحديد العمر النسبي لتلك الطبقات.

### معلومة علمية

دراسة طبيعة المناخ القديم للأرض تعتمد على اثباتات من أدلة نباتية متحجرة، مثل أوراق النباتات وعروقهـا وطبيعـة بذور اللقاح المتحجرة.



الشكل ( 5-14) المتحجرات الدالة

## 6-5 مقياس الزمن الجيولوجي
## (Geology Time Scale)

### مؤشرات الأداء

- يعرف مفهوم الزمن الجيولوجي.
- يشرح مفهوم كل من الزمن النسبي والزمن المطلق للطبقات الصخرية .
- يعرف قياس عمر الصخور.

ان دراسة تاريخ الارض يشبه تاريخ الحضارات البشرية، ففي الحالتين هنالك ضرورة لايجاد وسيلة تحدد زمن وقوع الاحداث الرئيسة والمهمة، وتكون بالوقت نفسه وسيلة تسهل التفاهم بين الباحثين. فاذا كان الزمن لمؤرخي الحضارات هو السنين والقرون، فالمقياس الزمني لدارسي تاريخ الارض يكون أطول بكثير. لذلك وضع الجيولوجيون مقياس الزمن الجيولوجي الذي يتكون من وحدات كبيرة ووحدات اصغر منها تقاس كلها بملايين السنين، وسوف نأتي على ذكرها لاحقاً.

ان مقياس الزمن الجيولوجي المبين في الجدول (1-5) هو حصيلة دراسات عديدة قام بها علماء الجيولوجيا التأريخية خلال مائتي سنة مضت، وهذا المقياس لم يصل الى ماهو عليه الان الا بعد العديد من التغييرات تضمنت إضافة وحذف لما يستجد من الاكتشافات العلمية بين حقبة واخرى .

**مقياس الزمن الجيولوجي**

| العمر يبدأ من | عهد | عصر | حقب | دهر |
|---|---|---|---|---|
| 11.7 الف سنة | الهولوسين | الرباعي | الحياة الحديثة | الحياة الظاهرة |
| 2.6 مليون سنة | البلايستوسين | | | |
| 5 مليون سنة | البلايوسين | الثلاثي | | |
| 23 مليون سنة | المايوسين | | | |
| 34 مليون سنة | الأوليغوسين | | | |
| 56 مليون سنة | الأيوسين | | | |
| 66 مليون سنة | الباليوسين | | | |
| 145 مليون سنة | الطباشيري | | الحياة المتوسطة | |
| 201 مليون سنة | الجوراسي | | | |
| 252 مليون سنة | الترياسي | | | |
| 299 مليون سنة | البرمي | | الحياة القديمة | |
| 323 مليون سنة | البنسلفاني | الكاربوني | | |
| 359 مليون سنة | المسيسبي | | | |
| 420 مليون سنة | الديفوني | | | |
| 445 مليون سنة | السيلوري | | | |
| 485 مليون سنة | الأوردوفيسي | | | |
| 540 مليون سنة | الكامبري | | | |
| 2500 مليون سنة | ما قبل الكامبري | | | الحياة الأبتدائية |
| 4000 مليون سنة | | | | الحياة السحيقة |
| 4600 مليون سنة | | | | اللاحياة |

الجدول (1-5)

مقياس الزمن الجيولوجي ( للاطلاع)

## 7-5 مقياس عمر الصخور

فكر
ما الفرق بين قانـون تعاقب الطبقـات وقانـون التتابع الاحيائـي؟

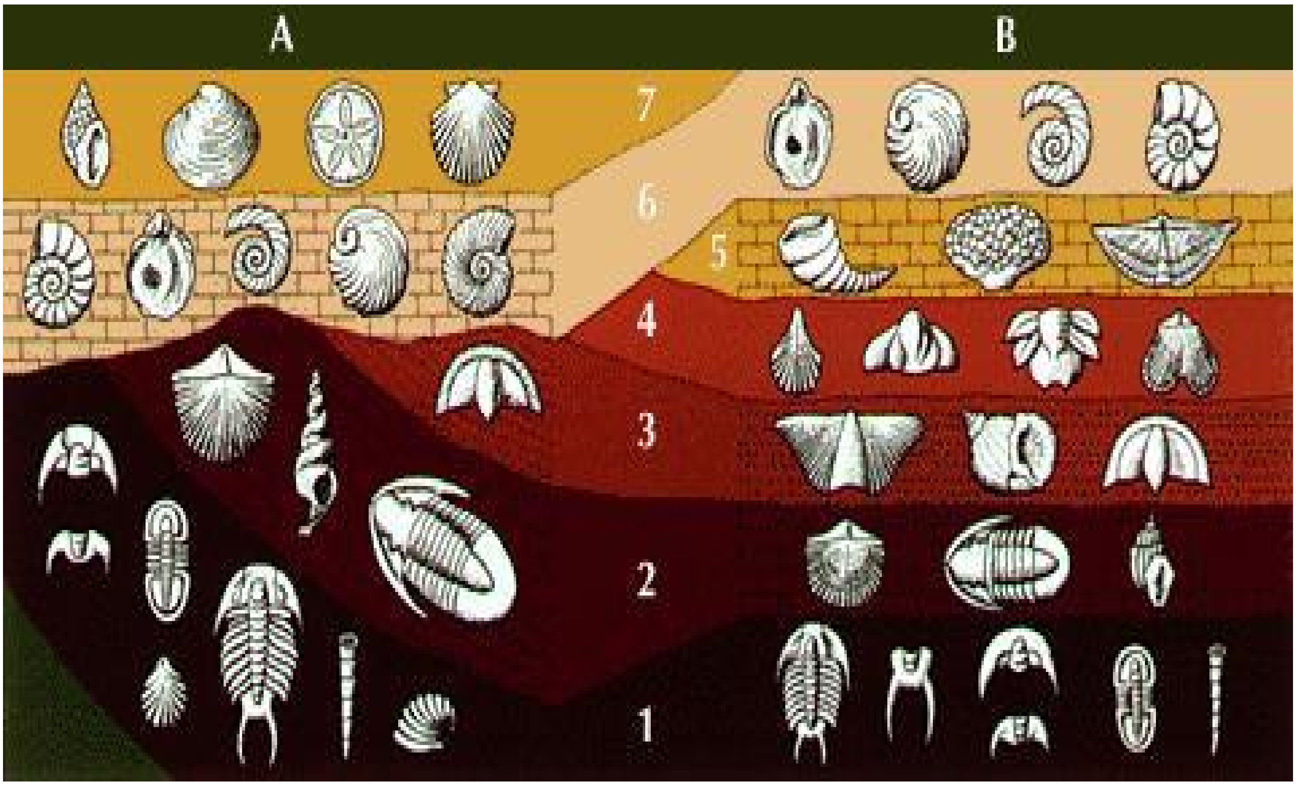
من خلال قياس عمر الصخور يتم تثبيت تتابعها الذي يقود الى تثبيت مقياس الزمن الجيولوجي، إذن فالخطوة الاولى لتثبيت مقياس الزمن الجيولوجي هي تحديد عمر الصخور و تتم بطريقتين هما :

### (5-7-1) طريقة قياس العمرالنسبي
### (Relative dating method)

تعتمد هذه الطريقة على تحديد عمر الطبقات الصخرية بنسبة بعضها الى البعض، دون معرفة العمر الحقيقي لها، وذلك بالاعتمـاد على قانون تعاقب الطبقـات الذي وضعه العالم جيمـس هاتـن James Hutton 1772-1797 والذي ينص على ان (في اي تتابع للصخور الرسوبية المتطبقة التي لم تتعرض للتشوه بالثني او الكسر، فان الطبقة التي في الاسفل تكون اقدم من الطبقة التي تعلوها)، كما يمكن الاستفادة من قانون التتابع الاحيائي والذي ينص على ان (الاحياء الاقدم عمراً تكون في الطبقات السفلى من التربة والاحياء الاحدث عمراً تكون في الطبقات العليا من التربة) اعتمادا على وجود المتحجرات الدالة لتحديد العمر النسبي للطبقات الصخرية، وبشكل خاص للطبقات المعزولة عن بعضها، اي ان الطبقات التي تحوي متحجرات أقدم عمراً تكون اقدم من الطبقات التـــي تحوي متحجرات أحـدث عمــراً كما مبين فـي الشكل (5-15).

**هل تعلم**

ان الدراسات البيئية القديمة قد تركزت على المليونين سنة الاخيرة لان البيئات الاقدم تكون عادةً اقل تمثيلاً في سجل تطور المتحجرات بسبب عدم جودة حفظها وضياع العديد من الأدلة منها .




الشكل( 5-15)

الأستفادة من المتحجرات الدالة لتحديد العمر النسبي لطبقات الموقعين (A وB) وفق قانون التتابع الأحيائي.

## (2-7-5) طريقة قياس العمرالمطلق (Absolute Age method)

يتم في هذه الطريقة تحديد العمر الحقيقي للطبقات الصخرية اعتماداً على نظائر العناصر المشعة مثل اليورانيوم (U) والبوتاسيوم (K) والاركون (Ar) والربيديوم (Rb). وهذه النظائر مهمة لتحديد عمر الصخور في الطبقات الصخرية القديمة، التي تقدر بملايين السنين. اما نظير الكاربون (C) فيمكن الاعتماد عليه في تحديد اعمار المواد العضوية التي تقدر بالاف السنين، ومن ضمنها تأريخ الأنسان.

**الدهر**

أكبر حقب المقياس الزمني الجيولوجي ويقاس بمئات ملايين السنين، ويقسم على وحدات أصغر تسمى الأحقاب.

## 8-5 تقسيمات الزمن الجيولوجي

يتضح من تقسيمات الزمن الجيولوجي في الجدول (5-1) ان عمر الارض والبالغ 4600 مليون سنة قد قسم الى اقسام رئيسة واخرى ثانوية وهي:

- الدهور (Eons) : أكبرحقب المقياس زمنياً وتقسم على :
  - دهر اللاحياة.
  - دهر الحياة السحيقة.
  - دهر الحياة الابتدائية (المستترة) .
  - دهر الحياة الظاهرة .

ويطلق على الدهور الثلاثة الأولى (زمن ما قبل الكامبري) (Precambrian).

- الاحقاب (Eras) : مدة زمنية اقل من الدهر وتقسم على :
  - حقبة الحياة القديمة .
  - حقبة الحياة المتوسطة .
  - حقبة الحياة الحديثة .
- العصور (Periods) : مدة زمنية اقل من الاحقاب، وكل عصر مقسم على مجموعة عهود .
- العهود (Epochs) : مدة زمنية اقل من العصر، وكل عهد مقسم على مجموعة أزمنة (Ages).

وقد سميت تلك التقسيمات باسماء مختلفة، منها مايدل على المنطقة التي تم تثبيت العمر لتلك الحقبة فيها لأول مرة او على اسم قبائل تسكن تلك المنطقة او اعتماداً على عدد الطبقات التي تمثل ذلك الجزء من الزمن الجيولوجي...الخ .

وفيما ياتي شرح موجز لأهم ما يميز تلك التقسيمات التي تبدأ من الأقدم الى الأحدث.

**الحقبة**

أحد وحدات المقياس الزمني الجيولوجي لها مدة زمنية اقل من الدهر وتقسم على وحدات أصغر تسمى العصور.

**العصر**

أحد وحدات المقياس الزمني الجيولوجي له مدة زمنية تحدد بعشرات ملايين السنين، وهو اقل من الحقبة ويقسم على وحدات أصغر تسمى العهود.

**العهد**

أحد وحدات المقياس الزمني الجيولوجي له مدة زمنية قصيرة تحدد بملايين أو عشرات ملايين السنين، وهو اقل من العصر ويقسم على وحدات أصغر تسمى الأعمار.

## (1-8-5) دهر اللاحياة (Hadean Eon)

ويطلق عليه أيضاً بالدهرالجهنمي يبدأ هذا الدهر تقريباً منذ 4600 – 4000 مليون سنة ويتمثل بما يلي :

- مداه الزمني 600 مليون سنة.
- الأرض كانت ملتهبة خلال هذا الدهر، إذ كانت في حالة تحول من الحالة الغازية الى الحالة الصلبة مروراً بالحالة السائلة ، مع فقدان نسبي للطاقة الحرارية مما ادى الى بداية تصلب القشرة المحيطية للأرض وأنكماشها، والتي كانت بشكل صخور نارية دكناء اللون كما موضح بالصورة جانباً مع نشاط بركاني عالٍ ، ورافق ذلك بداية أمتلاء المنخفضات بالمياه لتكوين اول محيطات الأرض.
- لا وجود للكائنات الحية وذلك لعدم وجود الاوكسجين .



صخور نارية دكناء

## (2-8-5) دهر الحياة السحيقة (Archean Eon)

- مداه الزمني 1500 مليون سنة يمتد منذ 4000 - 2500 مليون سنة.
- غطت الصخور النارية البركانية الدكناء اللون سطح الارض مع طبقات من الصخور الرسوبية دكناء اللون ايضاً ، وهي ناتجة من تجوية الصخور البركانية. كما موضح بالصورة ادناه :
- أحتوى الغلاف الجوي للأرض على تركيز قليل للأوكسجين في هذا الدهر وعمل معظمه على أكسدة المعادن في مياه المحيط القديم ، وبعد نهاية اكسدة المعادن في الماء وتشبع الماء بالإوكسجين بدأ الأوكسجين يتصاعد إلى الهواء. ولكن الحياة في هذا الدهر كانت قد نشأت من مياه دافئة ذات ملوحة قليلة متمثلة ببكتيريا مجهرية وحيدة الخلية وخالية من النواة، قامت بانتاج الطاقة عبر التركيب الكيميائي بوجود الهيدروجين وثنائي أوكسيد الكاربون وكبريتيد الهيدروجين والميثان.

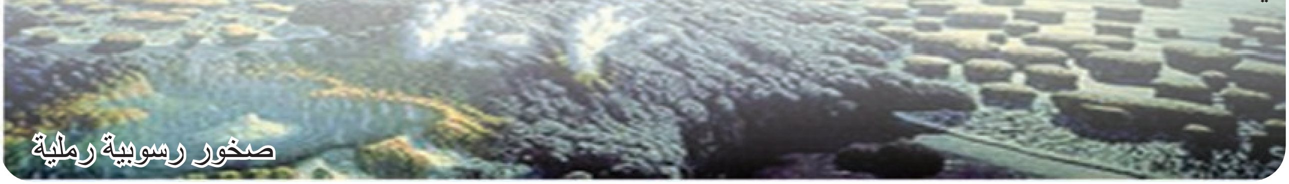


صخور نارية بركانية

## (3-8-5) دهر الحياة الابتدائية (Proterozoic Eon)

ويطلق عليه أيضاً بدهر الحياة المستترة او دهر الطلائع ويتميز بما يلي:

- أرتفاع تركيز الأوكسجين في الغلاف الجوي للأرض خلال اواسط هذا الدهر (1600-1000 مليون سنة).
- مداه الزمني 1960مليون سنة يمتد منذ 2500 - 540 مليون سنة .
- غطت سطح الارض صخور رسوبية رملية مما يدل على تجوية عالية.
- امتاز سجل المتحجرات لهذا الدهر بوجود كائنات احادية الخلية وظهور كائنات حيوانية ونباتية متعددة الخلايا في نهاية هذا الدهر.



صخور رسوبية رملية

## (5-8-4) دهر الحياة الظاهرة (Phanerozoic Eon)



نبات لازهري

ويطلق عليه ايضاً بدهر البشائر، ويمتد منذ (540) مليون سنة والى الآن. ويقسم هذا الدهر على ثلاثة احقاب هي :

### (5-8-4-1) حقبة الحياة القديمة (Paleozoic Era)

المدى الزمني لهذه الحقبة 288 مليون سنة ، يمتد منذ (540 – 252) مليون سنة .

وامتازت هذه الحقبة في بدايتها بوجود الكائنات البحرية فقط ، ثم بدات كائنات اليابسة بالظهور تدريجياً في منتصف هذه الحقبة صعوداً. وتميزت أيضاً بظهور النباتات اللازهرية كما موضح بالصورة جانباً ، وكذلك أهم حقول النفط في العراق كانت في صخور هذه الحقبة، وظهور الطبقات الفحمية في مناطق مختلفة من العالم .

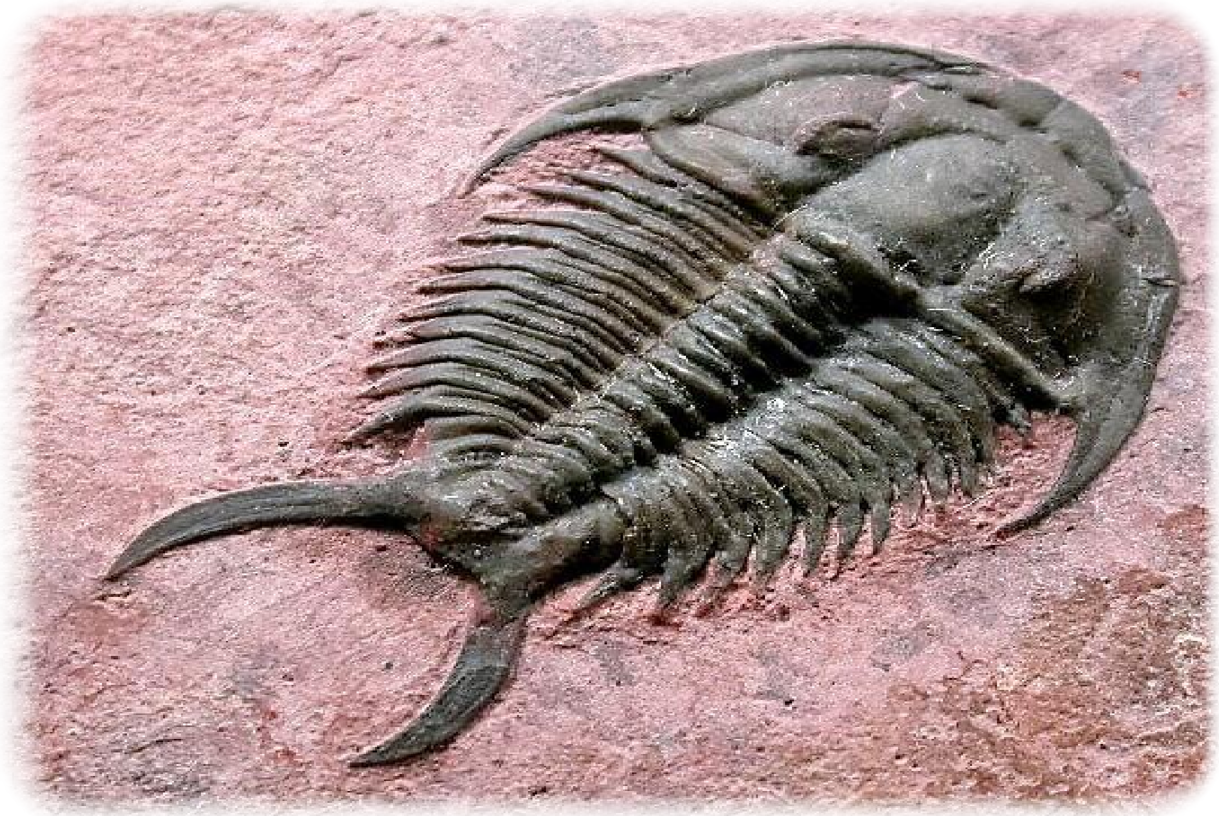
قسمت هذا الحقبة على ستة عصور هي :

فكر

لماذا
سمي دهر اللاحياة
بهذا الاسم ؟

#### 1 - العصر الكامبري (Cambrian Period)

تميز هذا العصر بانتشار شعبة المفصليات وبشكل خاص ثلاثية الفصوص (Trilobite) كما في الشكل ( 5-16) ، التي انقرضت لاحقاً خلال العصر البرمي، إن متحجرات ثلاثية الفصوص وجدت بشكلها الكامل هي أو آثار زحفها في صخور أقصى شمال العراق .



الشكل ( 5-16)

متحجر ثلاثية الفصوص من العصر الكامبري

## 2 - العصر الاوردوفيسي (Ordovician Period)

استمرت شعبة المفصليات بالظهور والانتشار متمثلة بثلاثية الفصوص مع ظهور الكائنات الطافية الكرابتولايت (Graptolite) وهي كائنات بحرية تعود الى شعبة أشباه الحبليات لاحظ الشكل (5-17) .كذلك ظهر المرجان الرباعي (Rugosa) لاحظ الشكل ( 5-18) الذي انتشرخلال حقبة الحياة القديمة وانقرض في نهايتها خلال العصر البرمي.



الشكل( 5-17)
متحجر الكرابتولايت





الشكل( 5-18)
متحجر المرجان الرباعي

## 3 - العصرالسيلوري (Silurian Period)

سمي هذا العصر نسبة الى قبائل السيلور، التي استوطنت منطقة ويلز غرب إنكلترا. امتاز هذا العصر بظهور شعبة الفقريات متمثلة بالاسماك عديمة الفكوك كما في الشكل (5-19).



الشكل (5-19)
صورة إفتراضية
(لسمكة عديمة الفكوك)

## 4 - العصر الديفوني (Devonian Period)

سمي هذا العصر نسبة الى منطقة ديفون في الجنوب الغربي لإنكلترا . انتشرت في هذا العصر كائنات حية ثنائية الصدفة تعود الى شعبة عضدية الأرجل (Brachiopoda) كما في الشكل (5-20). كذلك ظهرت المحاريات التي تعيش في المياه العذبة . وقد انتشرت في هذا العصر ايضاً الاسماك المدرعة كما في الشكل (5-21) وقد سمي بعصر الاسماك لوفرتها في صخور هذا العصر.



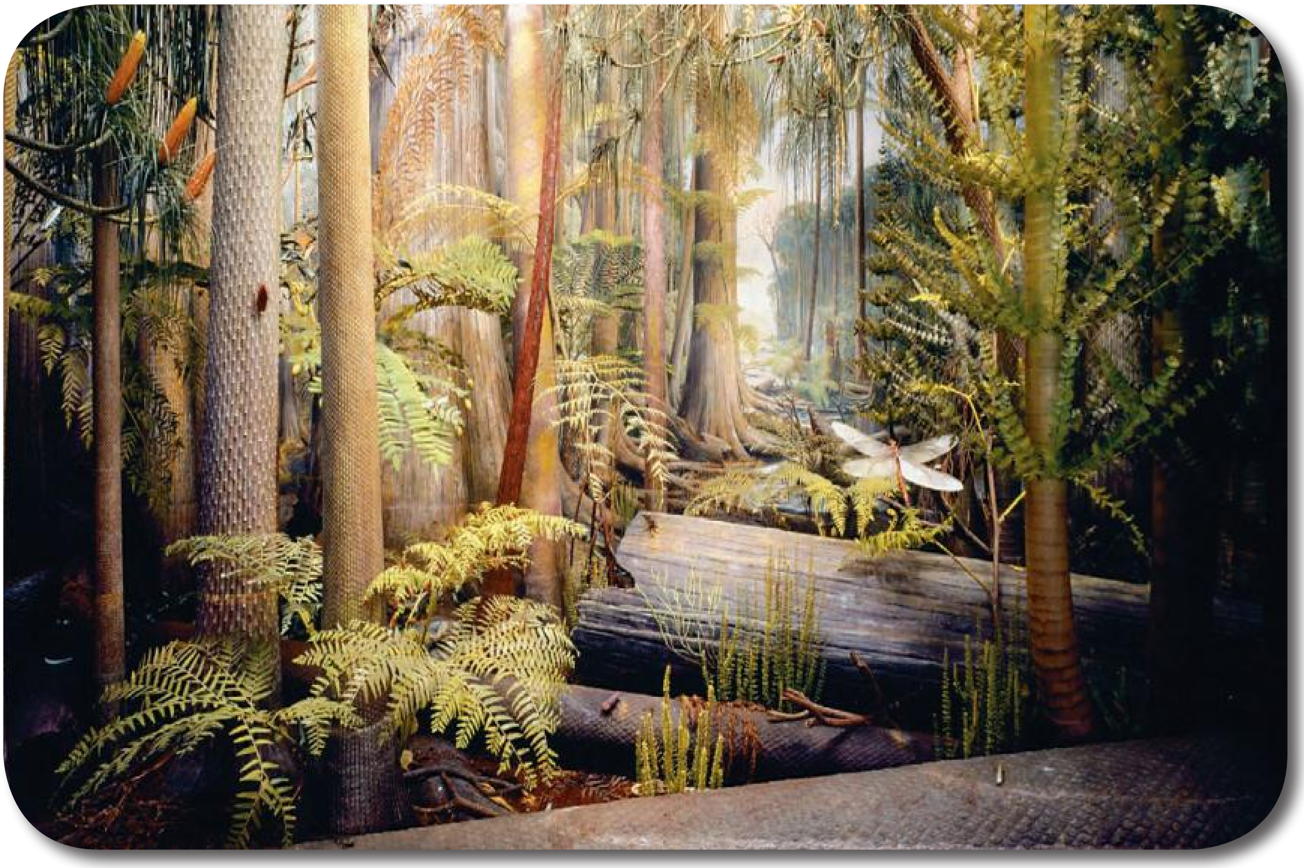
الشكل ( 5-21)
صورة إفتراضية (لسمكة مدرعة)



الشكل ( 5-20)
متحجر لعضدية الأرجل

## 5 - العصر الكاربوني (Carboniferous Period)

امتاز هذا العصر بطبقات من الفحم الحجري في مناطق مختلفة من العالم وذلك بسبب وجود الغابات الكثيفة كما في الشكل (5-22). كذلك تميز هذا العصر بانتشار الحشرات الضخمة التي تصل الى 75 cm طولاً. وقد شهدت هذه الحقبة ازدهار البرمائيات.



الشكل (5-22)

صورة افتراضية لغابات العصر الكاربوني والحشرات كبيرة الحجم.

## 6 - العصر البرمي (Permian Period)

اطلق اسم برمي على هذا العصر نسبة الى مقاطعة (بيرم كراي) الواقعة في الشمال الشرقي لروسيا. ساد في هذه الحقبة انتشار للزواحف الاولية صغيرة الحجم ومجموعات بدائية من الثدييات والسلاحف.

كان العالم في هذا الوقت حاراً جداً وجافاً، وكانت القارة الوحيدة المعروفة باسم بانجيا. اختفت الغابات المطيرة الواسعة للعصر الكاربوني تاركة وراءها مساحات شاسعة من الصحارى.

إن ارتفاع درجات الحرارة أدى الى اختفاء مساحات كبيرة من المحيطات نتيجة لتبخر المياه وترسيب الأملاح ، انتهت حقبة العصر البرمي مع أكبر انقراض جماعي (Mass Extinction) في تاريخ الأرض، مات فيها ما يقرب من ٪ 90 من الأحياء البحرية و٪ 70 من الأحياء البرية.

**انقراض جماعي**

وهو مصطلح بيئي يطلق على الموت المفاجىء لعدد كبير من الكائنات الحية التي غالبا ما يكون بسبب الكوارث الطبيعية مثل ارتفاع مستوى سطح البحر المفاجىء او سقوط النيازك او الفعاليات البركانية الشديدة او حدوث الزلازل....الخ.

## (2-4-8-5) حقب الحياة المتوسطة (Mesozoic Era)

المدى الزمني لهذا الحقب 186 مليون سنة، يمتد منذ (252 – 66) مليون سنة. وتميز بظهورالنباتات عارية البذور مثل الصنوبريات، والنباتات مغطاة البذور في نهاية هذه الحقب. كذلك تميز بانتشار الاسماك العظمية مثل شعاعية الزعنفة، وظهورالزواحف الكبيرة (الديناصورات) لذلك سميت هذه الحقب بحقب الزواحف كما في الشكل (5 -23).



الشكل (5-23)

صورة أفتراضية توضح الديناصورات التي كانت سائدة في حقب الحياة المتوسطة.

قسمت هذه الحقبة على العصور الآتية :

### 1 - العصر الترياسي (Triassic Period)

ظهرفي هذا العصر المرجان السداسي وانتشرت البرمائيات مثل بقايا الضفادع الاولية. وقد بدات الزواحف الضخمة ذات الاقدام ثلاثية الاصابع مثل التمساح بالظهور في بداية هذا العصر.

### 2 - العصر الجوراسي (Jurassic Period)

سمي هذا العصر نسبة الى جبال جورا Jura الواقعة على الحدود بين فرنسا وسويسرا. ظهرت في هذا العصر الثدييات وانتشرت شعبة الاسفنجيات كذلك ازدهرت في هذا العصرشعبة النواعم ( الرخويات ) ومنها صنف المحاريات (ثنائية الصدفة Bivalva) واهمها (الرودست Rudist ) كما في الشكل (5-24) التي انتشرت في العراق.
وقد سجل في هذا العصر ظهور الطيور ومنها طائر الاركيوبتركس والذي يجمع بين مواصفات الزواحف والطيور كما في الشكل (5-25).

فكر
لماذا
نفكر بايجاد عمر الصخور والمتحجرات ومن يهتم بهذا الأمر؟

**معلومة علمية**

بناء نموذج محتمل لبيئة الكائنات الحية المتحجرة يعتمد على عوامل بيئية مختلفة مثل :
- درجة الحرارة.
- كمية الإشعاع الشمسي.
- التجهيز الغذائي.



الشكل (5-24)
متحجر لكائن حي من نوع الرودست الذي يميز العصر الجوراسي.





الشكل (5-25)
أنموذج أفتراضي لطائر الاركيوبتركس مأخوذ من شكل متحجر في صخور مميزة للعصر الجوراسي.

## 3 - العصر الطباشيري (Cretaceous Period)

سمي هذا العصر نسبة الى انتشار الحجر الجيري الكلسي (المكوّن للطباشير). امتاز هذا العصر بازدهار النباتات الزهرية وتنوع الزواحف الكبيرة التي عاشت على اليابسة فضلا عن تنوع الطيور ذات الاسنان . وقد شهدت هذه الحقبة بداية ظهور جبال روكي وجبال الانديز في القارتين الامريكيتين وقد تميز هذا العصر ايضاً بتكوين القارات الكبيرة وبدأت بالتباعد عن بعضها.

وفي نهاية هذا العصر عانت معظم الكائنات الحية الانقراض الجماعي في البر والبحر ومن ضمنها الديناصورات وهذا حصل قبل 66 مليون سنة وكان سبب ذلك سقوط نيزك كبير ضرب الارض في المكسيك كما في الشكل (5-26) التي تعادل قوته عشرات القنابل النووية . كما في الشكل (5-27) .



الشكل (5-26)
نيزك كبير ضرب الارض في نهاية العصر الطباشيري



الشكل ( 5-27)
الديناصورات من الكائنات الحية التي انقرضت جماعياً اواخر العصر الطباشيري

## (3-4-8-5) حقبة الحياة الحديثة (Cenozoic Era)

المدى الزمني لهذه الحقبة يمتد منذ 66 مليون سنة والى وقتنا الحاضر. وتميزت هذه الحقبة بالاحداث الاتية :

- أخذت الارض شكلها الحالي بعد سلسلة متعاقبة من تقدم وانحسار البحر في أغلب مناطق العالم.
- انتشار الاسماك بنوعيها الاسماك العظمية ذات القشور والغضروفية الضخمة (اسماك القرش).
- ظهورالحشائش لاول مرة في المناطق الدافئة.
- تطورالثدييات وانتشارها.
- تكوّن جبال الالب في وسط وغرب اوروبا وجبال الهملايا في الهند وجبال الانديز في الساحل الغربي لامريكا الشمالية.
- ظهورالكتل الجليدية الضخمة في نهاية هذه الحقبة.
- ظهور الانسان بدلالة عظامه المتحجرة وادواته التي استعملها في الصيد والدفاع عن نفسه.



قسمت هذه الحقبة على عصرين هما :

### 1 - العصر الثلاثي (Tertiary Period)

بدأ هذا العصر باختفاء الديناصورات والكثير من الاحياء البرية والبحرية، التي عاشت في العصر الطباشيري .
وقد قسم هذا العصر على خمسة عهود :

#### - عهد الباليوسين (Paleocene Epoch)

ويعني اسمه «الحياة الحديثة القديمة»، يمتد منذ (66 - 56) مليون سنة. وفيه ظهرت الثدييات الصغيرة. كما ظهرت حيوانات بدائية من بينها الفئران الصغيرة وقنافذ بلا أشواك فوق جسمها وخيول صغيرة في حجم الثعلب لها حوافر مشقوقة لثلاثة أصابع كما في الشكل ( 5 -28).



الشكل (5-28)

صورة افتراضية للحياة البرية في عهد الباليوسين

## - عهد الإيوسين (Eocene Epoch)

يمتد منذ 56-34 مليون سنة. وفيه ظهرت بعض الحيوانات الاوليـــة مثل القوارض والحيتان. لاحظ الشكل (5-29).



الشكل ( 5-29)
صورة أفتراضية للحياة البرية في عهد الأيوسين.

## - عهد الأوليغوسين (Oligocene Epoch)

يمتد منذ 34 – 23 مليون سنة. معظم صخوره قارية، لقد وجد به أنواع من الأفيال المنقرضة. وظهرت به أيضا ثدييات جديدة كالخنازير البرية ذات الأرجل الطويلة. وكانت تغوص في الماء نهاراً وتسعى في الأحراش ليلاً. كما ظهرت القطط وحيوان الكركدن الضخم وكان يشبه الخنزير إلا أن مواصفات كانت تشبه مواصفات الزرافة من حيث المظهر كما في الشكل (5 -30).

كما ظهر الفيل المائي الذي كان يشبه فرس النهر وكان فمه واسعا وله نابان مفلطحان حيث كان يعيش على الأعشاب المائية. وكانت الطيور كبيرة وصغيرة الحجم وكان من بينها النسور والطيور العملاقة التي كانت تشبه النعام إلا أنها كانت أكبر منها حجماً، وكانت غير قادرة على الطيران بل تعدو وكان صغيرها بحجم الدجاجة إلا أنها كانت أليفة



الشكل (5-30) صورة افتراضية للحياة البرية في عهد الأوليغوسين.

- **عهد المايوسين (Miocene Epoch)**

يمتد منذ (23 – 5) مليون سنة وفيه عصر الفيلة. وظهرت به ثدييات مختلفة كالحصان والكلاب والدببة والطيور الحديثة والقردة بأمريكا وجنوب أوروبا والموضح في الشكل (5-31).



الشكل (5-31)
صورة افتراضية للحياة البرية في عهد المايوسين.

- **عهد البلايوسين (Pliocene Epoch)**

يمتد منذ (5-2.6) مليون سنة، وفيه ظهرت الحيتان المعاصرة بالمحيطات. كما في الشكل (5-32)



الشكل (5-32)
الحيتان المعاصرة بالمحيطات

## 2 - العصر الرباعي (Quaternary Period)

تعدّ هذه المدة قصيرة نسبةً للحقب السابقة، ولكن لاهميتها بالنسبة للانسان عدّت حقبة مهمة، وقد سجلت في هذا العصر تغيرات حياتية في اليابسة والماء. ففي بداية هذا العصر غطت الارض كتل جليدية ضخمة خلال عهد البلايستوسين الذي يعدّ اخر الحقب الجليدية التي وثِقت على سطح الارض وامتاز هـذا العصـر بظهور الانسان.

وقسم هذا العصر على عهدين هما :

### - عهد البلايستوسين (Pleistocene Epoch)

يطلق على هذا العهد خطأً العصر الجليدي مع العلم انه جزء من العصر الرباعي. اثبتت الدراسات ان هذا العهد بدأ قبل 2.6 مليون سنة، ومن الاحياء المهمة فيه حيوانات لبونة عملاقة الحجم مثل الماموث Mammoth وهو حيوان يشبه الفيل يغطي جسمه الشعر الكثيف يبلغ ارتفاع الماموث 4m ويمتلك انياباً تصل الى 3.5m طولا كما في الشكل (5-33)، ومن اهم احداث هذا العصر ظهورالانسان .

الماموث

حيوان منقرض ظهر خلال عهد البلايستوسين، ويعدّ من أسلاف الفيلة.

### - عهد الهولوسين (Holocene Epoch)

بدأ هذا العصر قبل 11700 سنة مباشرة بعد زوال العهد الجليدي الاخير ، وقد ازدهرت فيه الحياة وتطورت الى مانراه الان من حيوانات ونباتات في البر والبحر.



الشكل(5-33)
صورة أفتراضية لحيوان الماموث

# مراجعة الفصل

## المفردات والمفاهيم

**السؤال 1** **املأ الفرغات بما يناسبها ؟**

1. تمتاز بعمر قصير وانتشار جغرافي واسع تسمى .............. .
2. .............. حيوان يشبه الفيل ويغطي جسمه شعر كثيف .
3. .............. اكبر حقب المقياس الزمني الجيولوجي ويقسم على حقب زمنية اقل منه تسمى .......... .
4. يطلق على الموت الجماعي المفاجئ للكائنات الحية بالـ............ وغالباً مايحدث بسبب كوارث طبيعية.
5. ظهرت خلال العصر ............ الطيور ذوات الأسنان .
5. يعدّ عهد ............ آخر الحقب الجليدية على سطح الأرض .

## اجابات قصيرة

**السؤال 2** **فسَّر الحقائق العلمية الآتية :**

1. وجود أثر لسمكة داخل حجر .
2. تكون الرواسب في دهر الحياة القديمة دكناء اللون .
3. وجود حلقات من الفحم الحجري في العصر البرمي .
4. وجود المتحجرات في الترسبات البحرية .
5. للمتحجرات اهمية كبيرة .

## الافكار الرئيسة

**السؤال 3** **أختر الاجابة الصحيحة لكل مما ياتي :**

1. في أي عصر ظهرت الاسماك المدرعة :

أ. الطباشيري ب. السلوري ج. الديفوني د. البرمي

2. من المتحجرات المهمة التي ظهرت في العصر الاردوفيسي وانتشرت خلال حقب الحياة القديمة :

أ. ثلاثية الفصوص ب. المرجان السداسي ج. المرجان الرباعي د. الاسماك

3. في أي حقبة زمنية تكونت جبال الألب :

أ. الحياة القديمة ب. الحياة الحديثة ج. الحياة المتوسطة د. العصر الطباشيري

4. اكثر طرائق حفظ المتحجرات شيوعا :

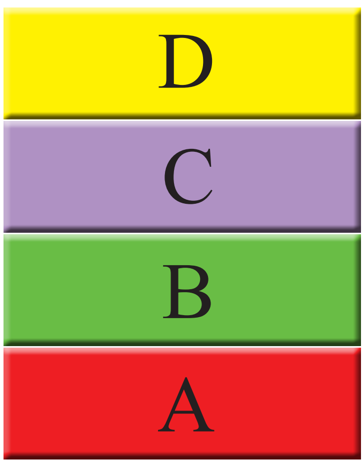
أ. التفحم ب. التمعدن ج. التصخر د. القالب والطابع

5. افضل طريقة لتتبع الطبقات الصخرية المعزولة عن بعضها التي لها نفس العمر :

أ. معرفة تركيبها الكيميائي ب. معرفة محتوى المتحجرات ج. لون الصخور د. نوع الصخور

## استعمال الصور والاشكال التوضيحية

**السؤال 4** **تامل المقطع الجيولوجي الذي امامك وأجب عن الاسئلة الآتية :**




1. اي الطبقات ترسب اولا ؟
2. اي طبقة هي الاحدث ؟
3. ماعمر الطبقة نسبة A الى C ؟
4. رتب الطبقات من الاقدم الى الاحدث ؟
5. ما قانون تعاقب الطبقات اعتمادا على ما تقدم ؟